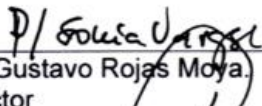

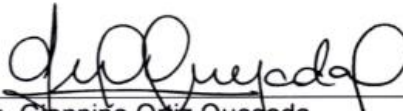


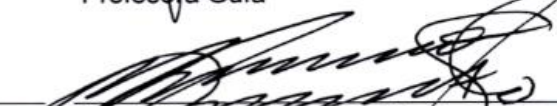
**CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE
PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Giannina Ortiz Quesada, Ing. Hugo Navarro Serrano, Ing. Mauricio Carranza Solano, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.


Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director


Ing. Hugo Navarro Serrano.
Profesor Lector


Ing. Giannina Ortiz Quesada.
Profesora Guía


Ing. Mauricio Carranza Solano.
Profesor Observador

Metodología de revisión de planos constructivos e inspección de pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco

Abstract

The bridges require different attention to the rest of the components of the red vial; since the consequence of its failure has repercussions that can interrupt the passage of traffic and consequently to users.

The following graduation project proposal consisted in proposing a methodology for monitoring and verifying compliance with the quality, safety, time and environmental impact of the pile piles of the new bridge over the Rio Blanco.

In this professional practice, the construction processes, the safety part, the environmental impact measurements and the quality of the materials that were used in the construction of the piles of the bridge pile were inspected, based on what is indicated in plans and technical specifications. With this, inspection reports were made, in which the fulfillment of what is established with the pilings of the bridge is shown explicitly, and photographs are shown that support the indicated.

At the end of this practice, it was intended that the proposed methodology could be used for future professional inspection projects, focused on quality control and aspects such as safety, time and environmental impact measures, where they can be guided by what is established in this work.

Keywords:

Proposal, Quality, Safety, Environmental impact, Time.

Resumen

Los puentes requieren una atención diferente al resto de componentes de la red vial; ya que la consecuencia de su falla tiene repercusiones que pueden interrumpir el paso del tránsito y consecuentemente a los usuarios.

La siguiente propuesta de proyecto de graduación consistió en proponer una metodología para el seguimiento y verificación del cumplimiento de la calidad, seguridad, tiempo e impacto ambiental de los pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Rio Blanco.

En esta práctica profesional, se inspeccionaron tanto los procesos constructivos, la parte de seguridad, las medidas de impacto ambiental y la calidad de los materiales que se utilizaron en la construcción de los pilotes de la pila del puente, en base a lo indicado en planos y especificaciones técnicas. Con esto se realizaron reportes de inspección, en los cuales se muestra de forma explícita el cumplimiento de lo establecido con los pilotes del puente, además se muestran fotografías que respaldan lo indicado.

Al final de esta práctica profesional, se pretende que la metodología propuesta pueda ser usada para futuros proyectos profesionales de inspección, enfocados al control de calidad. Además, de aspectos tales como: seguridad, tiempo y medidas de impacto ambiental, donde se puedan guiar con lo establecido en este trabajo.

Palabras clave:

Propuesta, Calidad, Seguridad, Impacto ambiental, Tiempo.

Metodología de revisión de planos constructivos e inspección de pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco

Metodología de revisión de planos constructivos e inspección de pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco

ANDRÉS ARROYO MENA

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Septiembre del 2018

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO.....	1
RESUMEN EJECUTIVO	2
INTRODUCCIÓN	4
METODOLOGÍA.....	11
RESULTADOS	14
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	30
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES	34
APÉNDICES	35
ANEXOS.....	48
REFERENCIAS.....	58

Prefacio

Los puentes son tipos de estructuras que sirven para comunicar dos puntos separados por un río o una depresión geográfica. Este tipo de estructura debe seguir en funcionamiento sin importar las condiciones que se presenten, ya que en caso de una emergencia el paso del tránsito sobre ellos debe seguir fluido.

Los pilotes forman parte de la subestructura de los puentes, la estructura en general se apoya en estos elementos, los cuales deben de soportar el peso total del puente y las cargas que circulen sobre este.

Debido a la importancia que representan los pilotes en la estructura, en la construcción se debe asegurar la calidad para que no se vaya a presentar una falla que cause el colapso del puente. Esta inspección de calidad debe contemplar que los materiales a utilizar en la construcción sean los adecuados, al igual que el proceso constructivo a ejecutar.

Por ello el concreto debe cumplir con la resistencia especificada, el acero de refuerzo para la confección de la armadura debe ser el adecuado y los agregados a utilizar deben cumplir con los requisitos necesarios para poder utilizarse.

Es de vital relevancia ejecutar una inspección de seguridad durante el proceso constructivo, pues este tema muchas veces se deja de lado en los proyectos. Se debe priorizar que lo más valioso en el sitio de construcción son las vidas del personal, que se encuentran trabajando todos los días en la obra. La vida de las personas no se sustituye. Por lo que se debe mantener el orden en el sitio de trabajo, además de tener identificadas las zonas de peligro y evitar acciones que puedan provocar accidentes.

Cabe mencionar que en los últimos años se han presentado en el país situaciones lamentables por descuidos o acciones innecesarias cuando se trabaja en

construcción. Este hecho implica que se debe mejorar mucho en la seguridad a la hora de trabajar en construcciones de cualquier tipo.

Otro aspecto importante es la inspección ambiental, se debe verificar que se estén aplicando medidas de protección contra el medio ambiente, para que el impacto en el entorno sea mínimo. Al tratarse de un puente se va a estar en contacto con un río, por consiguiente, se debe evitar la contaminación en este recurso natural, debido a que muchas personas lo utilizan para satisfacer una serie de necesidades básicas.

Lo anterior determina la necesidad de contar con una metodología de inspección que contemple todos estos aspectos mencionados, y se logre una construcción de calidad, segura y poco impacto ambiental.

De esta problemática surge el objetivo principal de este proyecto de graduación el cual consiste en proponer una metodología para el seguimiento y verificación del cumplimiento de la calidad, seguridad, tiempo e impacto ambiental de los pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco.

Agradecimiento

Quiero dar las gracias a Dios por darme salud, fortaleza y muchas bendiciones durante esta etapa universitaria. A mi mamá Lucrecia Mena por el apoyo y confianza que me brindó para cumplir con esta meta. A mis amigos más cercanos que de alguna u otra manera me apoyaron durante estos años. También agradecer al Ing. Alejandro Rodríguez y el Ing. Hugo Paniagua del CONAVI, por brindarme la oportunidad de desarrollar el tema y la información que me facilitaron. Quiero también dar agradecimiento a mi profesora guía Ing. Giannina Ortiz por guiarme durante este proceso.

Resumen ejecutivo

El presente documento consiste en la propuesta de una metodología para el seguimiento y verificación del cumplimiento de la calidad, seguridad, tiempo e impacto ambiental de los pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco.

Se decidió realizar este proyecto, debido a que la Escuela de Ingeniería en Construcción tiene como visión ser líderes regionales en construcción sostenible, y esta inspección buscó que se respetaran las medidas de protección del medio ambiente, sin dejar de lado la calidad y seguridad en la construcción, con el propósito de que el impacto ambiental fuera mínimo para no comprometer a las futuras generaciones.

El puente nuevo sobre el Río Blanco es el primer puente que se construyó en el proyecto de ampliación de la ruta 32 desarrollado por la empresa Harbour Engineering Company (CHEC).

Es una estructura de 70 metros de longitud, con una pila en el centro de su subestructura para ayudarla estructuralmente.

La pila del puente está conformada por dos pilotes preexcavados, como tipo de cimentación, los cuales poseen una longitud de 20 metros y un diámetro de 1,50 metros.

Para la inspección de este puente fue necesario primero, una corrección de los planos constructivos, ya que estos contaban con 538 errores, los cuales contemplaban aspectos de forma, vistas equivocadas, normas mal aplicadas e insuficiente información en las notas generales.

Una vez que se aprobó los planos constructivos se procedió a la construcción del puente, por lo que los ingenieros planificaron iniciar con los pilotes de la pila.

Para la realización de una adecuada inspección fue necesario diseñar unas hojas

de verificación de calidad, seguridad e impacto ambiental.

Se verificó que los ingenieros de la empresa CHEC cumplieran con el plan de trabajo presentado en las oficinas del CONAVI, en el cual implementaron medidas de protección al ambiente y de seguridad para evitar accidentes. Además, definieron los ensayos que realizaron para asegurar la calidad de los elementos.

Durante las inspecciones semanales se comprobó con todo lo establecido, además se realizaron llamados de atención en los aspectos que no respetaban, con la intención de asegurar la adecuada construcción de los pilotes.

Se inspeccionó el proceso constructivo de los pilotes, las medidas de seguridad, las medidas de protección del medio ambiente y la calidad de los siguientes materiales: concreto, acero de refuerzo y agregados.

La empresa encargada de realizar los ensayos de las pruebas de la calidad fue O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A, los cuales al final de la construcción de cada pilote, presentaron un informe en el cual se indicaba los resultados de estas pruebas.

Los resultados mencionados anteriormente se revisaron de acuerdo con lo establecido en el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR 2010. Se concluye que si cumplen con los requisitos.

Otro aspecto que se desarrolla en este proyecto es la inspección del programa de trabajo y los tiempos de este.

La empresa CHEC indicó que en 35 días terminarían los pilotes de la pila, y por medio de un plan de trabajo estricto, los terminaron en 30 días, cumpliendo con lo establecido en el programa de trabajo.

El alcance del siguiente proyecto contempla desde la revisión de los planos constructivos del puente nuevo sobre el Río Blanco, hasta la inspección de los pilotes de la pila del puente, desde la etapa de limpieza del terreno, hasta la colocación de las previstas para la realización del ensayo ultrasónico Cross-Hole.

Introducción

El puente nuevo sobre el Río Blanco está conformado por dos tramos de 35 metros, con una longitud total de 70 metros medido entre las líneas de la cara interna de la pared de cabezal de los bastiones y con un ancho total de 10.60 metros.

El puente está conformado por tres vigas cajón de concreto postensado, las cuales están apoyadas sobre una subestructura conformada por dos bastiones y una pila.

Ubicación Geográfica

El puente que cruza sobre el Río Blanco se encuentra en la ruta Nacional N°32, en la estación 56+187.600, ubicado en el distrito de Guápiles, del cantón de Pococí en la provincia de Limón, en las coordenadas X=1129259,914 y Y= 517466,0295.

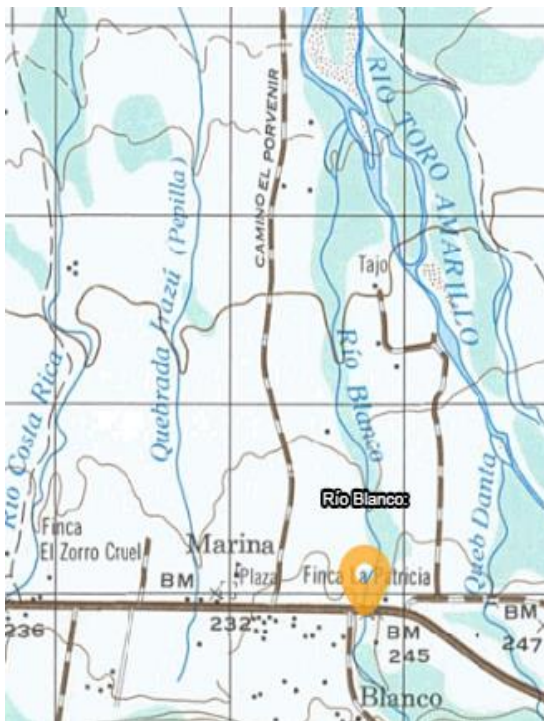


Figura 1. Ubicación Río Blanco.
Fuente. Sistema Nacional de Información Territorial [SNIT], 2011.

Proceso de Construcción

El proceso de construcción de los pilotes in situ, consiste principalmente en los siguientes pasos:

1. Nivelación del sitio.
2. Corazas enterradas.
3. Posicionamiento de la máquina de pilotes.
4. Pozo de impacto.
5. Limpieza de pozo.
6. Instalación de jaulas de refuerzo.
7. Colocación de concreto.

Finalidad

La finalidad de este proyecto es proponer una metodología para el seguimiento y verificación del cumplimiento de la calidad, seguridad, tiempo e impacto ambiental de los pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco, para que esta pueda ser utilizada en futuros proyectos. Tomando en cuenta que las técnicas y planificación, que utiliza la empresa CHEC, no son comunes en los proyectos realizados por las empresas nacionales.

La importancia de las inspecciones radica en que por medio de ellas se facilita el planeamiento, la organización y la ejecución de las obras que se van a construir, además de que se verifica que se cumpla con los establecido en los planos, especificaciones técnicas y demás documentos involucrados en diseño y construcción de la estructura.

Este trabajo se va a enfocar en cuatro áreas específicas que conforman el tema de inspección de puentes, estas son: calidad, tiempo, seguridad y el tema ambiental.

Objetivos

General

Proponer una metodología para el seguimiento y verificación del cumplimiento de la calidad, seguridad, tiempo e impacto ambiental de los pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco.

Específicos

1. Desarrollar un plan de inspección para los planos constructivos y pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco.
2. Establecer un programa de inspección semanal con base al plan general de la obra.
3. Efectuar las inspecciones a los pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco, de acuerdo con el programa de inspección semanal.
4. Proponer mejoras en el proceso de inspección de los planos y pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco.

Marco Teórico

Inspección

La necesidad de brindar a la población una infraestructura capaz de propiciar el desarrollo y el bienestar, así como el velar por la eficiencia de la inversión pública, han sido los principales objetivos de los procesos de inspección técnica de vías asfaltadas, en lastre y de los puentes (Quesada, 2012).

Calidad

Durante los últimos años se ha podido observar como el concepto de calidad ha adquirido gran fuerza en nuestro país, se tiene que tener plena seguridad de que los materiales y los procesos a emplearse en la construcción, cumplan con todas las especificaciones a la que está sometida la obra. Las tareas fundamentales por realizar en planes de aseguramiento de calidad de proyectos de construcción vial involucran actividades rutinarias y permanentes en las fases de diseño, materiales y procesos (Muñoz, 2001).

La calidad de una obra puede pensarse a prioridad, desde dos puntos de vista. Uno más relacionado con la parte constructiva de la obra, la parte de la ejecución de la obra; del que resultaría la calidad de construcción (Peña, et al.,2002).

El otro relacionado a la etapa de proyecto, la estética, la parte de ejecución de la obra; del que resultaría la calidad del diseño (Peña, et al.,2002).

Como ya analizamos, la calidad no es solo aplicable a un producto, sino también a un proceso, a un proceso productivo. Por esto es que la coordinación, la planificación y la programación son una manera de buscar el objetivo de la calidad de toda obra (Peña, et al.,2002).

Tiempo y Programación

Se puede afirmar, sin lugar a error que una obra no programada insumiría más tiempo de construcción y será económicamente más costosa (Peña, et al.,2002).

Desarrollar una programación significa organizar la obra y contar con ventajas financieras al reducir el tiempo de inmovilización de la inversión (Peña, et al.,2002).

La elaboración del programa debe realizarse en el momento del desarrollo del proyecto, como un elemento constitutivo del mismo y adecuarlo luego a las fechas y circunstancias reales, una vez formalizado el contrato de construcción (Peña, et al.,2002).

El planeamiento consiste en la elaboración de un listado de todas las tareas que han de ejecutarse para construir la obra, elaborando una red grafica que indique las relaciones y secuencias entre las mismas. La programación resulta de estimar los tiempos de cada tarea e introduciendo luego los datos a un programa de computación para su procesamiento (Peña, et al.,2002).

Seguridad e Impacto Ambiental

El motivo principal por el cual hay que hacer inspecciones de seguridad periódicamente, viene dado por el hecho de que los riesgos se están generando constantemente. La inspección de seguridad permite estudiar las condiciones de seguridad en las instalaciones y tareas que se realizan en los lugares de trabajo. Con ella se pretende identificar riesgos que podrán traducirse en pérdidas, tanto humanas como materiales (IFTEM, 2018)

Una evaluación ambiental sirve para identificar por adelantado las acciones que podrían tener efectos significativos en los recursos naturales; en la calidad del medio ambiente local, regional o nacional; y en salud

y seguridad humanas. En este respecto, la evaluación ambiental es una medida preventiva importante que reduce los riesgos potenciales al bienestar del medio ambiente natural (Martínez y Damián, 2018).

El cumplir los procedimientos recomendados para las evaluaciones ambientales, posibilita a los diseñadores y organismos ejecutores tratar inmediatamente las consideraciones ambientales, reduciendo así las necesidades subsecuentes de imponer limitaciones al proyecto y evitando los costos y demoras en la implantación que podrían surgir a raíz de los problemas no anticipados (Martínez y Damián, 2018).

Puentes

Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos y poder trasladarse de una zona a otra. El objeto de cruzar una vía de comunicación con un puente es el de evitar accidentes y facilitar el tránsito de viajeros, animales y mercancías (Mendoza, Navarro y Portillo, 2003).

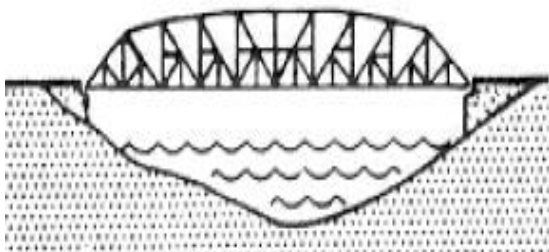


Figura 2. Puente de armadura sencilla.
Fuente: Claros y Meruvia, 2004.

Clasificación de puentes

Con base en el libro Puentes del MC Ing. Arturo Rodríguez, a los puentes podemos clasificarlos:

- a) Según su función:
 - Peatonales
 - Carreteros
 - Ferroviarios
- b) Por los materiales de construcción:
 - Madera
 - Mampostería
 - Acero Estructural
 - Sección Compuesta
 - Concreto Armado

- Concreto Presforzado
- c) Por el tipo de estructura:
 - Simplemente apoyados
 - Continuos
 - Simples de tramos múltiples
 - Cantiléver (brazos voladizos)
 - En Arco
 - Atirantado (utilizan cables rectos que atirantan el tablero)
 - Colgantes
 - Levadizos (basculantes)
 - Pontones (puentes flotantes permanentes)

Componentes de un Puente

Como se indica en el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas los puentes están compuestos por:

- a) Accesorios, elementos sin función estructural pero vitales para garantizar el buen funcionamiento del puente tales como superficie de rodamiento, barandas y juntas de expansión.
- b) Superestructura, compuesta por el piso, los elementos principales (vigas, cerchas y arco) y los elementos secundarios (diafragmas, sistemas de arriostramiento, portales, aceras, etc.)
- c) Subestructura, comprende los apoyos, los bastiones y las pilas.
- d) Accesos de aproximación, están compuestos por los rellenos con sus respectivas protecciones y la losa de aproximación cuando exista.

Pilotes

Los pilotes son elementos de cimentación de gran longitud comparada con su sección transversal, que enterrado consigue una cierta capacidad de carga, suma de su resistencia por rozamiento con el terreno y su apoyo en punta (Grupo de Ingeniería Gráfica y Simulación, s.f.).

Pilotes Preexcavados

Los pilotes preexcavados constituyen soluciones clásicas de cimentación o fundaciones especiales. Se utilizan

generalmente cuando se encuentra una baja capacidad del suelo o por la necesidad de resistir grandes cargas transmitidas a la por la estructura.

El diseño de los pilotes permite soportar combinaciones de esfuerzos verticales, horizontales y momentos flectores. Los diámetros normales de los pilotes oscilan entre 62 y 2000 mm y estos pueden emplearse en todo tipo de terreno, incluso roca si se realiza con las herramientas de perforación adecuadas (Suelos Ingeniería S.A.S, s.f.).

Como indica Vallejos en su libro Ingeniería Geológica, los pilotes preexcavados se ejecutan realizando una excavación del diámetro y longitud adecuados, en la que se introduce la armadura de acero necesaria para, finalmente, rellenar el hueco con concreto. Debido a esta forma de instalación, que requiere extraer un volumen de suelo para construir el pilote, se suelen denominar también pilotes de sustitución.

La ejecución de los pilotes preexcavados dependen de las condiciones del terreno y del agua. Así, si el suelo es suficientemente competente como para que las paredes de la perforación se mantengan estables, no se resulta necesario emplear sistemas de entibación. La perforación se ejecuta por medio de cucharas especiales o barreras helicoidales cortas. Cuando la estabilidad no está garantizada, se emplean lodos tixotrópicos o tuberías de revestimiento (Vallejos, Ferrer y Oteo, 2002).

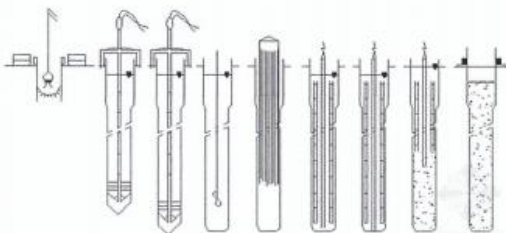


Figura 3. Proceso constructivo de pilotes preexcavados. Fuente. China Harbour Engineering Company [CHEC], 2018

Método Ultrasonico “Cross-Hole”

Su objetivo es verificar la continuidad estructural y la homogeneidad de los pilotes que se estudian. Si hubiera alguna fisura, grieta o cambio en las características del

concreto, así como zonas mal compactadas o de baja calidad.

El método se basa en registrar el tiempo que tarda una onda ultrasónica en propagarse desde un emisor a un receptor que se desplazan simultáneamente por tubos paralelos sujetos a la armadura del pilote (Ensayos y Estructuras, s.f.).

Según a norma ASTM 6760, el número de tubos depende del diámetro del pilote, el mínimo son tres para pilotes de menos de 1,00 m de diámetro, siendo cuatro el número indicado para pilotes de 1,00 m a 1,50 m de diámetro y seis para pilotes de diámetro mayor a 1,50.

La velocidad de propagación de la onda en el medio depende de la densidad del mismo, según la formula:

$$V^2 = E / \rho (1 - \nu) / (1 + \nu) \times (1 - 2\nu) \quad (1)$$

Donde **E** es el módulo de elasticidad del concreto, **ρ** es la densidad y **ν** el coeficiente de Poisson.

Una demora en el tiempo transcurrido entre que la onda es emitida y recibida, así como una pérdida en la energía emitida implica menores densidades del medio, que deduce en la fórmula (1) mayores tiempos de viaje implica menores densidades del medio, que en el caso del concreto se traducen a una mayor porosidad o inclusiones de suelo o bentonita dentro de la masa del pilote. La presencia de agua produce una disminución muy grande de la velocidad de propagación. La desaparición de la señal indicaría la presencia de aire o un medio que por su baja densidad conduzca a tiempos de arribo fuera de rango (Ensayos y Estructuras, s.f.).

Los sensores son descendidos hasta la punta del pilote para luego ascenderlos empleando un guinche electrónico que determina la distancia entre cada emisión y la profundidad de las mediciones. La utilización del guinche electrónico como la emisión de pulsos a una distancia tan próxima posibilita una determinación muy exacta de posibles defectos así como la ubicación de los mismos, lo que es de vital importancia a la hora de programar acciones correctivas (Ensayos y Estructuras, s.f.).

Los datos son almacenados de manera digital en el equipo, y las gráficas pueden ser impresas directamente en la obra o revisadas en gabinete (Ensayos y Estructuras, s.f.).

El equipo utilizado en este ensayo está formado por:

- Computadora de campaña: Rugged Military Spec Notebook (MIL-STD-810F) procesador dual core, equipada con placa de adquisición y conexión periféricos.
- Emisor y receptor de ultrasonidos.
- Guinche electrónico de accionamiento manual.
- Cables conectores.

Acero de Refuerzo y Concreto

El acero de refuerzo es uno de los materiales de la construcción vitales para los edificios y obras de promociones que se erigen en la actualidad. El uso de este acero de refuerzo se da fundamentalmente para el refuerzo de estructuras y obras que necesitan un plus de seguridad (Hay, 2017).

Normalmente las necesidades de acero de refuerzo son especificadas en el diseño y en los planos de la construcción y sus especificaciones. Debido a las importantes estructuras de las edificaciones en las cuales se utiliza este acero de refuerzo, es necesario que se cumplan algunas normas: resistencia, ductilidad, dimensiones, límites físicos y químicos, que materia prima se utilizó para su elaboración (Hay, 2017).

La importancia del concreto en los proyectos de infraestructura radica en su versatilidad, desarrollo de tecnologías que lo han llevado a límites insospechados en su desempeño, usos y aplicaciones. Actualmente, es el material de construcción más ampliamente utilizado en el mundo con una producción mundial cercana a los 13,000 millones de m³ por año (Ceballos, 2016).

Las ventajas que hacen del concreto un material imprescindible para la construcción de los grandes proyectos y le permiten responder ágilmente a los principales desafíos de la infraestructura son:

- Capacidad de resistir una gran variedad de condiciones de exposición extremas durante su vida útil, gracias a su alta durabilidad y resiliencia.
- Es un material local y de alta disponibilidad que puede ser

fabricado en cualquier parte del mundo, lo que ayuda a optimizar los costos y reducir la huella de carbono.

- Sus propiedades estéticas permiten innovaciones arquitectónicas y flexibilidad en su diseño.
- En aplicaciones de infraestructura (cimentaciones, túneles, etc.) el uso del concreto es insustituible

Ensayos al Concreto

Revenimiento

Según la norma ASTM C 143, el ensayo de revenimiento se realiza para monitorear la consistencia de una muestra de concreto fresco. Bajo condiciones de laboratorio y con un estricto control de los materiales del concreto, se ha encontrado una relación directa entre la cantidad de agua y el revenimiento de una mezcla de concreto (El revenimiento aumenta proporcionalmente con la cantidad de agua). En condiciones de campo, esta relación no es clara, por lo tanto, se debe tener especial cuidado en relacionar el revenimiento con la resistencia del concreto.

Una muestra representativa de concreto fresco recién mezclado se coloca y compacta por medio de una varilla en un molde en forma de cono truncado. Al terminar el proceso de envarillado según lo establecido en la norma, se levanta el cono verticalmente y se permite que el concreto se desplome. Se mide la distancia vertical entre la posición original y el centro desplazado de la superficie superior del concreto. Esta medida se reporta en milímetros como el revenimiento del concreto.



Figura 4. Medición de la prueba de revenimiento.
Fuente. LanammeUCR, s.f.

Resistencia a la compresión de un cilindro

Según la norma ASTM C39, los resultados de este método de ensayo se usan como una base para el control de calidad de la proporción, mezclado y la colocación del concreto, determinación del cumplimiento de especificaciones, control para la evaluación de la eficacia de aditivos y usos similares.

Los especímenes de ensayo estándar son cilindros de concreto de 150x300 mm o 100x200 mm. Este método de ensayo consiste en la aplicación de una carga de compresión uniaxial a los cilindros moldeados o núcleos a una velocidad de carga especificada (0.25 ± 0.05 MPa/s). La resistencia a la compresión del espécimen se calcula dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal del espécimen.

Temperatura del concreto

Según la norma ASTM C1064, este método de ensayo proporciona un medio para medir la temperatura del concreto fresco. La temperatura medida representa la temperatura en el momento de la prueba y puede no ser una indicación de la temperatura del concreto recién mezclado en un momento posterior.

Se realiza con una muestra de concreto recién mezclado, Se coloca el dispositivo de medición de temperatura de modo que se sumerja al menos 75 mm en el concreto recién mezclado. Se presiona suavemente el concreto alrededor del vacío que deja la inmersión del aparato hasta cerrarlo de modo que se evite que la temperatura del aire afecte el resultado. Se deja el dispositivo en el concreto durante al menos 2 minutos, pero no más de 5 minutos, luego se lee y se anota la temperatura al $0,5^{\circ}$ C más cercano, sin remover el aparato mientras se hace la lectura.

Metodología

Revisión de Planos

La inspección inició con la revisión del plano del puente sobre el Río Blanco. Conforme se examinaba cada lámina del plano, se anotaba en un documento de Word los errores encontrados y la forma en que se debían corregir, para luego crear un documento oficial, que se le hacía llegar a la empresa contratista para que realizaran las modificaciones correspondientes y se presentaran la versión final de los planos.

Este proceso de inspección de planos tuvo una duración de aproximadamente dos meses, ya que fueron varias las ocasiones en que se recibió el plano en forma digital, y nuevamente al realizar la revisión se encontraban errores en las láminas y también algunos errores que no fueron atendidos.

Cuando esto sucedía, variaba el proceso, ya que se anotaban las correcciones encontradas, con la forma en que se debían anotar, pero con la diferencia que se anotaba en color rojo, las correcciones pasadas que no fueron atendidas en el oficio anterior.

Hojas de verificación geométricas

Para verificar el cumplimiento de las dimensiones estructurales, se realizaron hojas de verificación geométricas de los elementos en base a los planos y a los inventarios de inspección del MOPT (Ver apéndice 2.6). Las cuales incluyen lo siguiente:

- a) Un encabezado conformado por:
 - Nombre del elemento a estudiar
 - Nombre del puente
 - Número de la ruta
 - Clasificación

- Kilometro
- Localidad: país, provincia, cantón y distrito.
- Nombre de la administración.
- Coordenadas: X, Y.

- b) Dimensiones (Plano):
Estas dimensiones son en base a las dimensiones del elemento en los planos.
- c) Dimensiones (Real):
Estas dimensiones son tomadas del elemento en campo.
- d) Antecedentes de inspección:
 - Día
 - Mes
 - Año
 - Inspector
 - Tipo de inspección
- e) Observaciones.

Hojas de verificación de calidad

Para propiciar un adecuado seguimiento y verificación a la calidad de los materiales y procesos empleados en el proyecto, fue necesario crear unas hojas de verificación que simplifiquen el proceso.

Para el acero de refuerzo la hoja se diseñó siguiendo lo establecido en planos, lo cual indicaban que tenían que cumplir con la norma ASTM A706 (Ver apéndice 2.4).

En el caso del concreto, el diseño de la hoja de verificación es basado en que el material cumpla con lo establecido en el ACI, CR 2010, en los planos y especificaciones (Ver apéndice 2.1).

Para los agregados a utilizar la hoja se diseñó de acuerdo con los ensayos a los que

se iba a someter el material a utilizar (Ver apéndice 2).

- a) Encabezado:
 - Nombre del puente
 - Número de la ruta
 - Nombre del puente
 - N° de la ruta
 - Kilometro
 - Elemento
 - Localidad: país, provincia, cantón y distrito.
 - Nombre de la administración.
 - Coordenadas: X, Y.
- b) Especificación y norma:
 - Cumple
 - No cumple
 - Forma de verificación
 - Observaciones
- c) Antecedentes de inspección:
 - Día
 - Mes
 - Año
 - Inspector

Listas de chequeo ambiental y de seguridad

Estas listas de chequeo se realizaron de acuerdo con el plan ambiental y de seguridad presentado por la empresa CHEC, el objetivo de estas listas es verificar que se cumpla con el plan presentado con el fin de evitar accidentes y disminuir el impacto ambiental (Ver apéndice 2.3 y 2.4).

El formato que lleva las listas de chequeo es el siguiente:

- a) Encabezado:
 - Nombre del puente
 - Número de la ruta
 - Clasificación
 - Kilometro
 - Localidad: país, provincia, cantón y distrito.
 - Nombre de la administración.
 - Coordenadas: X, Y.
- b) Medidas a aplicar:
 - Sí
 - No
 - Observaciones
- c) Antecedentes de inspección:
 - Día
 - Mes
 - Año

El formato que lleva las hojas es el siguiente:

- Inspector

Plan General de Inspección

En realización del plan de inspección, se programó una reunión en el campamento principal de la empresa constructora CHEC, ubicado en Siquirres de la Provincia de Limón.

En esta reunión los ingenieros explicaron en cuales puentes se iniciarían los trabajos y la manera en que iba a proceder el avance constructivo de estos.

El plan de inspección se estipula en el programa de trabajo, que presentaron los ingenieros de la empresa CHEC, tomando en cuenta que las visitas de inspección se ejecutarían una vez semanalmente.

Inspecciones Semanales

Las inspecciones se realizaron siguiendo lo establecido en el Plan General de Inspección (Figura 5).

Para inspeccionar la limpieza de la zona de trabajo del puente Río Blanco, la inspección era muy breve, se aprovechaba un día que hubiera reunión entre los ingenieros del CONAVI y los de la empresa CHEC, para pasar por el sitio de trabajo. En el sitio se observaba que cumplieran con los trabajos de tala de árboles y movimientos de tierra.

Los trabajos iniciaron con el Pilote N°1 de la pila del puente, la idea era en la primera semana inspeccionar el diseño de sitio, verificar que se estuviera realizando la excavación del pilote y enfatizar la inspección en las medidas de seguridad y ambientales establecidas en el plan de trabajo desarrollado por la empresa CHEC, verificando que se estuviera cumpliendo con todos los aspectos mencionados en este.

En los puntos que incumplían alguno de los aspectos establecidos, se les realizaba un llamado de atención para que de inmediato procedieran a solucionarlo; y en los puntos que modificaron alguno de estos aspectos, se confirmaba si se cumplía con la función para la cual fue desarrollado.

La segunda semana, la inspección iniciaba igual, verificando que se estuviera cumpliendo con los aspectos de seguridad y ambiental, para evitar que se originaran accidentes y el impacto ambiental disminuyera. Luego de esto, se procedía a observar que las

prácticas constructivas fuesen las adecuadas, tal como lo indicaban en el plan de trabajo; y por último se verificaba que no dejaran de lado el aspecto de calidad, que se utilizara el acero especificado en planos y que se realizaran pruebas de cilindro de concreto, para después cotejar en los informes que se cumpliera con la resistencia establecida en las notas generales del plano.

La tercera semana se iniciaron los trabajos con el Pilote N°2 de la pila del puente, se procedió a inspeccionar de igual manera que con el pilote anterior, siguiendo el mismo orden de reconocimiento. Primero se iniciaba con una inspección de seguridad, luego se procedía a confirmar que se cumplieran las medidas ambientales y por último de inspeccionaba el proceso constructivo y la calidad de la armadura y el concreto.

A partir de la cuarta semana se esperaron los informes de calidad de las resistencias del concreto para proceder a su análisis y verificar si estaban cumpliendo con la resistencia especificada en planos. Constructivamente a partir de esta semana se iniciaron los trabajos en el primer pilote del Bastión N°1.

Resultados

Plan General de Inspección

La siguiente imagen muestra el Plan General de Inspección para el desarrollo del proyecto

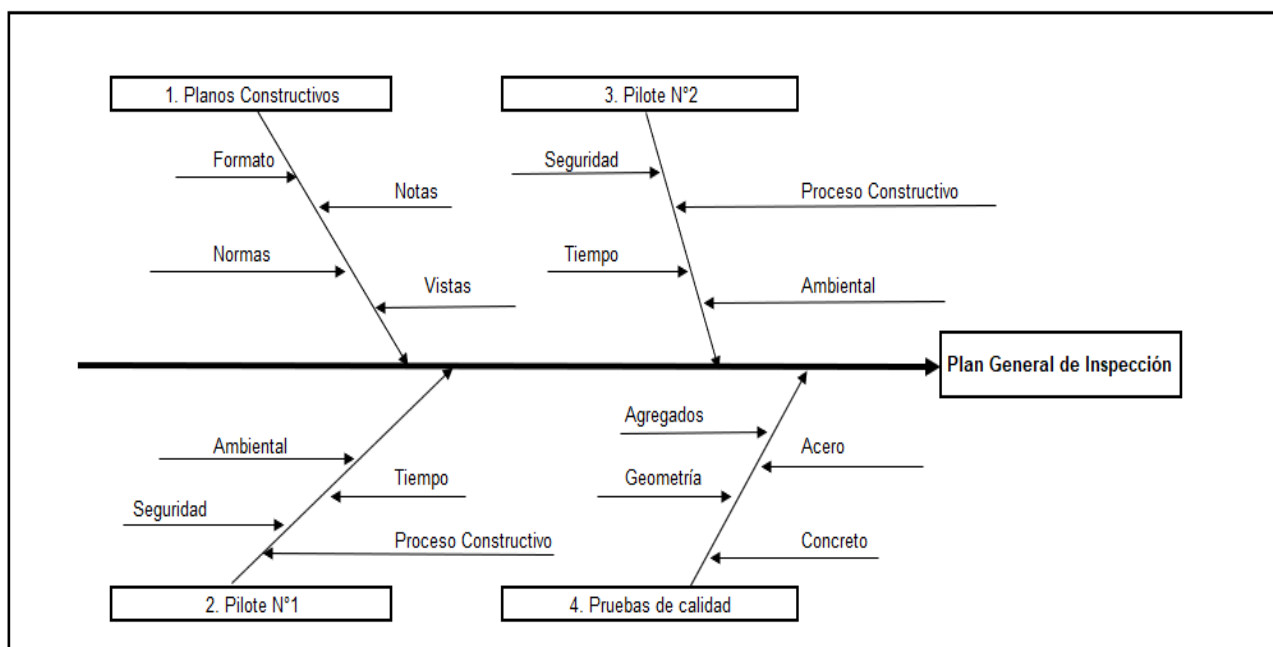


Figura 5. Diagrama de Ishikawa del Plan General de Inspección.
Fuente: Autor.

Inspección planos constructivos

El siguiente cuadro presenta la cantidad de correcciones realizadas en cada una de las láminas que componen el plano:

CUADRO 1. CANTIDAD DE CORRECCIONES EN EL PLANO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO BLANCO							
Lámina	Número de correcciones	Lámina	Número de correcciones	Lámina	Número de correcciones	Lámina	Número de correcciones
L-03-01	9	L-03-11	11	L-03-21	12	L-03-31	7
L-03-02	10	L-03-12	25	L-03-22	5	L-03-32	5
L-03-03	17	L-03-13	13	L-03-23	11	L-03-33	5
L-03-04	13	L-03-14	29	L-03-24	11	L-03-34	7
L-03-05	5	L-03-15	12	L-03-25	20	L-03-35	4
L-03-06	27	L-03-16	9	L-03-26	24	L-03-36	7
L-03-07	12	L-03-17	78	L-03-27	9	L-03-37	10
L-03-08	7	L-03-18	23	L-03-28	9		
L-03-09	6	L-03-19	2	L-03-29	14		
L-03-10	9	L-03-20	56	L-03-30	5		

Los cuadros 2, 3 y 4 son ejemplos de las correcciones mencionadas en el cuadro anterior. Ver Apéndice 1, para observar secciones del documento que se enviaba a los ingenieros de la empresa CHEC para su debida modificación.

CUADRO 2. CORRECCIÓN EN LAS NOTAS GENERALES EN LA LÁMINA L-03-02 "NOTAS GENERALES Y TABLAS DE CANTIDADES"	
Original	Corregido
<p>JUNTA DE EXPANSIÓN:</p> <p>Se usarán juntas de expansión tipo D40 o SIMILAR</p> <p>CARPETA ASFÁLTICA:</p> <p>Prevía a la colocación de la carpeta asfáltica de 5 cm de espesor se deberá aplicar en la superficie de la losa un sistema impermeabilizante tipo PolyGlass de MAPEI o similar.</p>	<p>JUNTA DE EXPANSIÓN:</p> <p>Se usarán juntas de expansión tipo GGF-D40 o SIMILAR.</p> <p>Estas juntas de expansión deberán cumplir las especificaciones indicadas en la sección 14 de la AASHTO LFRD-2012.</p> <p>Adicionalmente, Las juntas de expansión deben cumplir las siguientes normas ASTM:</p> <p>ASTM D 2240, ASTM D 412, ASTM D 573, ASTM D 365, ASTM D 1149, ASTM D 4298, ASTM D 471.</p> <p>JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN:</p> <p>Las juntas de la subestructura no indicadas en los planos y que sean autorizadas por el Ingeniero deberán ser horizontales y tener llaves espaciadas uniformemente de 10 cm de profundidad ocupando el tercio medio del ancho de la junta. La suma de las longitudes de las llaves será un tercio de la longitud total de la junta.</p> <p>CAPACIDAD DEL SUELO SOPORTE DE LOS PILOTES:</p> <p>De acuerdo con la Tabla 8.1.1.- Tabla de capacidad admisible por pilote: (F.S.=3.0) del Estudio Geotécnico realizado por Castro de La Torre, la resistencia admisible (FS=3) (del suelo) por punta para un pilote de 1.50 metros de diámetro es de 3292 toneladas y Para pilotes de 1.20 m es de 2107 toneladas, que equivale a 1863 ton/m2. Los pilotes serán preexcavados. pilotes de 1.20 m diámetro se aplica en Bastiones pilotes de 1.50 m diámetro se aplica en Pila</p>

Inspección Proceso Constructivo

La ejecución de los pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco, presenta el proceso constructivo mostrado en el cuadro 5

CUADRO 5. Esquema de Proceso Constructivo Pilotes Puente Río Blanco		
1. Limpieza del terreno	2. Plataforma de construcción	3. Líneas de medición
		
4. Corazas enterradas	5. Posicionamiento de la perforadora	6. Piscina de lodos
		
7. Perforación	8. Confección armadura de acero	9. Colocación armadura
		
10. Vertido de Concreto	11. Calidad Concreto	12. Previstas Ensayo Ultrasónico
		

Fuente. Fotos tomadas en el sitio.

Inspecciones de Seguridad

Los cuadros 6, 7 y 8 muestran las listas de chequeo de seguridad que se utilizó durante las inspecciones realizadas en el proyecto. Ver Apéndice 3, donde se muestran las fotografías de cada ítem inspeccionado.

CUADRO 6. INSPECCIÓN DE SEGURIDAD DEL 15 DE JUNIO DEL 2018					
INSPECCIÓN DE SEGURIDAD					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
KILÓMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE PROTECCIÓN					
MEDIDAS A INSPECCIONAR	SÍ	NO	OBSERVACIONES		
Guardia de seguridad	X				
Instalaciones de iluminación	X		Está la planta y hay bombillas en el sitio.		
Cable izado en buenas condiciones	X				
Prohibido ingresar en el área de trabajo de elevación			No hubo este tipo de actividad.		
Botiquín de emergencia en el sitio	X				
Uso de equipo de protección personal	X				
Buenas condiciones de las máquinas	X				
Prohibido estar en el radio de gro de los equipos	X				
De los bordes de la zanja distanciarse 1,2 veces la profundidad	X				
Evitar trabajar cerca de las líneas de alta tensión	X				
Al trabajar a más de 1,8m de altura usar equipos anticaídas			No hubo este tipo de actividad.		
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		
15	junio	2018	Andrés Arroyo Mena		

CUADRO 7. INSPECCIÓN DE SEGURIDAD DEL 22 DE JUNIO DEL 2018					
INSPECCIÓN DE SEGURIDAD					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
KILÓMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE PROTECCIÓN					
MEDIDAS A INSPECCIONAR	SÍ	NO	OBSERVACIONES		
Guardia de seguridad	X				
Instalaciones de iluminación	X				
Cable izado en buenas condiciones	X				
Prohibido ingresar en el área de trabajo de elevación			No hubo este tipo de actividad.		
Botiquín de emergencia en el sitio	X				
Uso de equipo de protección personal	X				
Buenas condiciones de las máquinas	X				
Prohibido estar en el radio de giro de los equipos	X				
De los bordes de la zanja distanciarse 1,2 veces la profundidad	X				
Evitar trabajar cerca de las líneas de alta tensión	X				
Al trabajar a más de 1,8m de altura usar equipos anticaídas			No hubo este tipo de actividad.		
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		
22	junio	2018	Andrés Arroyo Mena		

CUADRO 8. INSPECCIÓN DE SEGURIDAD DEL 30 DE JUNIO DEL 2018					
INSPECCIÓN DE SEGURIDAD					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
KILOMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE PROTECCIÓN					
MEDIDAS A INSPECCIONAR	SÍ	NO	OBSERVACIONES		
Guardia de seguridad	X				
Instalaciones de iluminación	X				
Cable izado en buenas condiciones	X				
Prohibido ingresar en el área de trabajo de elevación					
Botiquín de emergencia en el sitio	X				
Uso de equipo de protección personal		X	Un ingeniero no posee casco en un sitio de uso obligatorio y los zapatos no son adecuados.		
Buenas condiciones de las máquinas	X				
Prohibido estar en el radio de gro de los equipos	X				
De los bordes de la zanja distanciarse 1,2 veces la profundidad	X				
Evitar trabajar cerca de las líneas de alta tensión	X				
Al trabajar a más de 1,8m de altura usar equipos anticaídas			No hubo este tipo de actividad.		
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		
30	junio	2018	Andrés Arroyo Mena		

Inspecciones Ambientales

Los cuadros 9, 10 y 11 muestran las listas de chequeo ambiental que se utilizó durante las inspecciones realizadas en el proyecto.

Ver Apéndice 4 donde se muestran las fotografías de cada ítem inspeccionado.

CUADRO 9. INSPECCIÓN AMBIENTAL DEL 15 DE JUNIO DEL 2018					
INSPECCIÓN AMBIENTAL					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
KILOMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE PROTECCIÓN PARA EL MEDIO AMBIENTE					
MEDIDAS A INSPECCIONAR	SÍ	NO	OBSERVACIONES		
Carretera temporal	X				
Muros de contención	X				
Tubería para canalización	X				
Contenedor de lodos	X				
Capa geotextil sobre piscina de lodos	X		Se cambió el contenedor, por lo que ahora no es necesario. Igual cumple su función.		
Transporte regular de los sedimentos solidos	X				
Mantenimiento regular de baños móviles	X		Cada 15 días llegan a limpiarlo.		
Botes de basura en el sitio	X				
Mantenimiento de la maquinaria	X				
Camiones cubiertos con lonas		X	Se solicitó cubrir los caminos con una lona, ya que no lo están cumpliendo.		
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		
15	junio	2018	Andrés Arroyo Mena		

CUADRO 10. INSPECCIÓN AMBIENTAL DEL 22 DE JUNIO DEL 2018					
INSPECCIÓN AMBIENTAL					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
KILÓMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE PROTECCIÓN PARA EL MEDIO AMBIENTE					
MEDIDAS A INSPECCIONAR	SÍ	NO	OBSERVACIONES		
Carretera temporal	X				
Muros de contención	X				
Tubería para canalización	X				
Contenedor de lodos	X				
Capa geotextil sobre piscina de lodos	X				
Transporte regular de los sedimentos solidos			No era necesario ya que no se ha llenado la piscina.		
Mantenimiento regular de baños móviles	X				
Botes de basura en el sitio	X				
Mantenimiento de la maquinaria	X				
Camiones cubiertos con lonas			No es necesario aún transportar los desechos.		
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		
22	junio	2018	Andrés Arroyo Mena		

CUADRO 11. INSPECCIÓN AMBIENTAL DEL 30 DE JUNIO DEL 2018					
INSPECCIÓN AMBIENTAL					
NOMBRE DEL PUEBLO	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
KILOMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE PROTECCIÓN PARA EL MEDIO AMBIENTE					
MEDIDAS A INSPECCIONAR	SÍ	NO	OBSERVACIONES		
Carretera temporal	X				
Muros de contención	X				
Tubería para canalización	X				
Contenedor de lodos	X				
Capa geotextil sobre piscina de lodos	X				
Transporte regular de los sedimentos solidos			No era necesario ya que no se ha llenado la piscina.		
Mantenimiento regular de baños móviles	X				
Botes de basura en el sitio	X				
Mantenimiento de la maquinaria	X				
Camiones cubiertos con lonas			No es necesario aún transportar los desechos.		
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		
30	junio	2018	Andrés Arroyo Mena		

Inspección de Calidad

Inspección Geométrica

La figura 6 muestra la hoja de verificación geométrica utilizada para inspeccionar la armadura utilizada en el pilote N°2, expresado con la letra “A” en la hoja. Ver Apéndice 5.


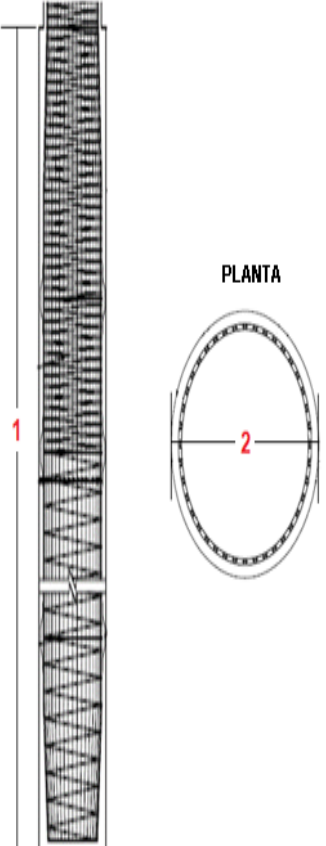
GEOMETRÍA PILOTES PILA 1									
NOMBRE DEL PUENTE	RÍO BLANCO	LOCALIDAD	PAÍS	COSTARICA	ADMINISTRADO POR:	CONAVI			
Nº. DE LA RUTA	32		PROVINCIA	07* LIMÓN					
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA		CANTÓN	02* POCOCÍ	COORDENADA X	1129259,914			
KILOMETRO	56+187.600		DISTRITO	01* GUAPILES	COORDENADA Y	517466,053			
			DIMENSIONES (PLANO)			DIMENSIONES (REAL)			CÓDIGO
			CÓDIGO	ITEMS	x(m)	CÓDIGO	ITEMS	x(m)	
			A	1	20,00	A	1	20,00	
				2	1,50		2	1,50	
			B	1	20,00	B	No aplica		
				2	1,50				
			ANTECEDENTES DE INSPECCIÓN						
			INSPECTOR	TIPO DE INSPECCIÓN	DÍA	MES	AÑO		
			Andrés Arroyo Mena	Geométrica	30	Junio	2018		
			OBSERVACIONES						
CORRESPONDE A LA ARMADURA DEL PILOTE A									
SE SOLICITÓ QUE LOS AROS FUERAN CORRUGADOS									
ENSEÑARON EL PLÁSTICO CON LA QUE LA CUBREN PARA PROTEGERLA									

Figura 6. Inspección geométrica de la armadura del pilote N°2.
Fuente: Autor.

Inspección Concreto

Los cuadros 12 y 13 presentados a continuación, son las hojas de verificación de la calidad del concreto, estas fueron realizadas siguiendo lo establecido en el Anexo 1. Ver Apéndice 5.

CUADRO 12. INSPECCIÓN DE CALIDAD DEL CONCRETO DEL PILOTE N°1					
INSPECCIÓN CONCRETO					
NOMBRE DEL PUENTE	RÍO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
KILÓMETRO ELEMENTO	56+187,600 PILOTE N°1	CANTÓN	POCOCI	COORDENADA Y	517466,0295
DISTRITO			GUAPILES		
CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO DEL PILOTE N°1					
ÍTEM	CUMPLE	NO CUMPLE	FORMA DE VERIFICACIÓN	OBSERVACIONES	
Revenimiento no mayor a 200 mm	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Temperatura entre 10 – 30 °C	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Muestras realizadas a cada 120 m3	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Mínimo cuatro cilindros	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Resistencia de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		
3	agosto	2018	Andrés Arroyo Mena		

CUADRO 13. INSPECCIÓN DE CALIDAD DEL CONCRETO DEL PILOTE N°2					
INSPECCIÓN CONCRETO					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
KILÓMETRO	56+187,600	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
ELEMENTO	PILOTE N°2	DISTRITO	GUAPILES		
CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO DEL PILOTE N°2					
ÍTEM	CUMPLE	NO CUMPLE	FORMA DE VERIFICACIÓN	OBSERVACIONES	
Revenimiento no mayor a 200 mm	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Temperatura entre 10 – 30 °C	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Muestras realizadas a cada 120 m3	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Mínimo cuatro cilindros	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Resistencia de f'c= 280 kg/cm2	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		
3	agosto	2018	Andrés Arroyo Mena		

Inspección Acero

El siguiente cuadro presenta la hoja de verificación de la calidad del acero de refuerzo utilizado en las armaduras de los pilotes, estas fueron realizadas siguiendo lo establecido en el Anexo 2.

CUADRO 14. INSPECCIÓN DE CALIDAD DEL ACERO DE REFUERZO DE LOS PILOTES DE LA PILA					
INSPECCIÓN ACERO					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
KILOMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
CONTROL CALIDAD ACERO DE LOS PILOTES DE LA PILA					
ÍTEM	CUMPLE	NO CUMPLE	FORMA DE VERIFICACIÓN	OBSERVACIONES	
Acero grado 60 para varillas superiores a la #3	X		Informe técnico Lanamme UCR		
Dimensiones	X		Informe técnico Lanamme UCR		
Resistencia a la tensión	X		Informe técnico Lanamme UCR		
Ensayo de doblez	X		Informe técnico Lanamme UCR		
Recubrimiento de 9cm	X		Informe técnico Lanamme UCR		
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		
17	julio	2018	Andrés Arroyo Mena		

Inspección Agregados

El cuadro 15 a continuación muestra la hoja de verificación de la calidad de los agregados del tajo del Río Chirripó, utilizado en el puente nuevo sobre el Río Blanco, estas fueron realizadas siguiendo lo establecido en el Anexo 3.

CUADRO 15. INSPECCIÓN DE AGREGADOS DEL TAJO DEL RÍO CHIRRIPO					
INSPECCIÓN AGREGADOS					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
KILÓMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
CONTROL DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS					
ÍTEM	CUMPLE	NO CUMPLE	FORMA DE VERIFICACIÓN		OBSERVACIONES
Granulometría	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Gravedad especifica bruta	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		Superficie seca saturada y superficie saturada.
% absorción	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Abrasión	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Sanidad	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Partículas planas y elongadas	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Caras fracturadas	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		Solo a la piedra quinta.
Partículas friables	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Residuos insolubles	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Índice de durabilidad	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		
Pesos unitarios	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		Suelto y envarillado.
Colorimetría	X		Informe técnico de O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A		Solo a la arena.
28	METODOLOGÍA DE REVISIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS E INSPECCIÓN PILOTES DE LA PIEDRA DEL PUENTE NUEVO SOBRE EL RÍO CHIRRIPO				
	MES	AÑO	INSPECTOR		
31	mayo	2018	Andrés Arroyo Mena		

Inspección Programación de Construcción

El cuadro 16 y la figura 7 presentan la comparación entre el tiempo de ejecución real contra el tiempo de ejecución planeado, los cuales fueron evaluados en la inspección de la programación y tiempos con base a lo establecido en el Anexo 4.

CUADRO 16. VERIFICACIÓN DEL CRONOGRAMA DE FECHAS DE LOS PILOTES DE LA PILA				
Pilotes	Duración planeada total	Fecha inicio	Fecha finalización	Duración real total
N°1	35 días	5-jun	28-jun	30 días
N°2		29-jun	5-jul	

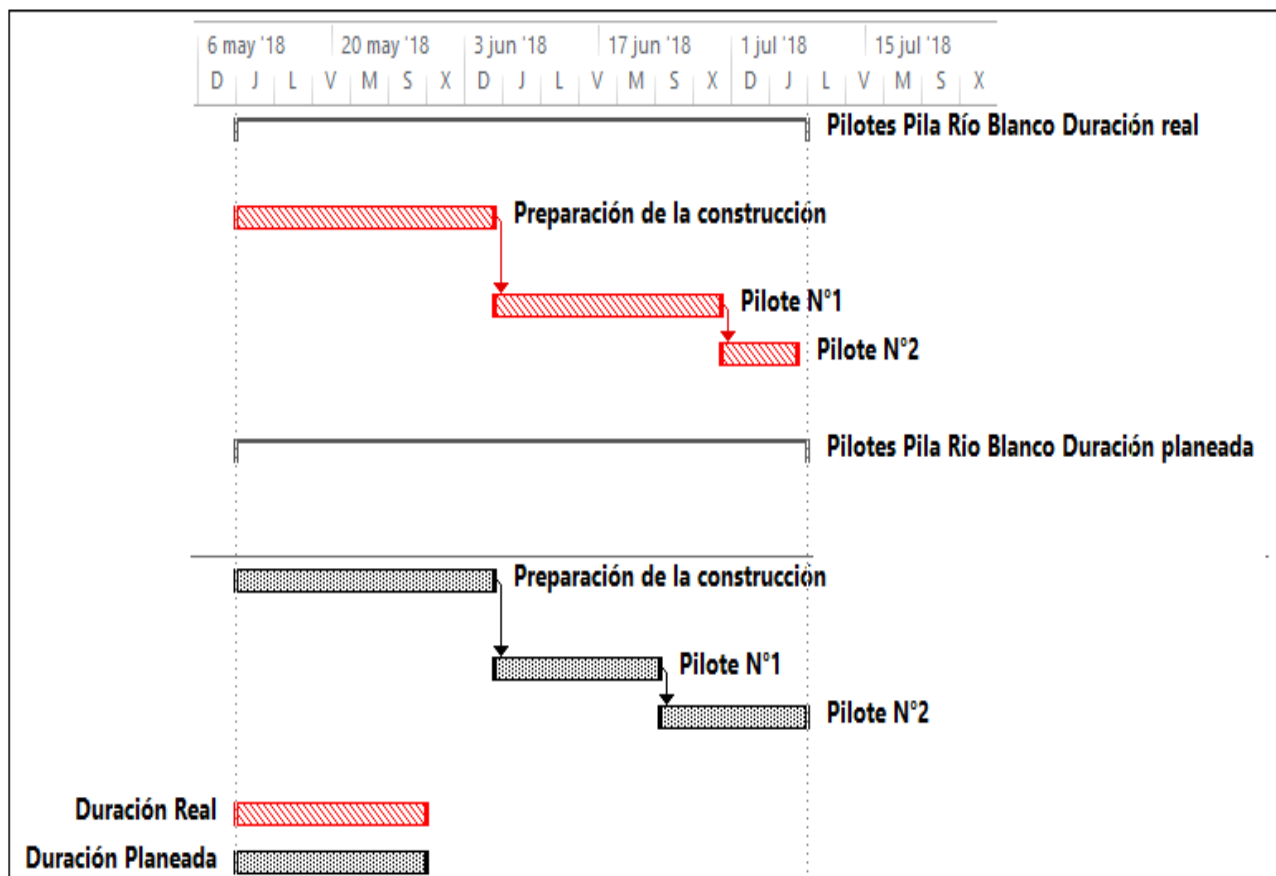


Figura 7. Diagrama de Gantt de la construcción de los pilotes de la pila del puente nuevo sobre el Río Blanco.
Fuente: Autor.

Análisis de Resultados

La figura 5 es el Plan General de Inspección representado por medio de un Diagrama de Ishikawa, en este se muestra el orden de inspección a seguir para abarcar el alcance del proyecto, empezando por la inspección de los planos constructivos, siguiendo con el pilote N°1, luego el pilote N°2 y para finalizar la inspección de calidad. Además, este diagrama permite organizar los aspectos que hubo que considerar en las inspecciones de cada uno de los aspectos a contemplar para la realización del plan.

En el cuadro 1 se muestra la cantidad de correcciones por lámina encontrados en el plano constructivo del puente nuevo sobre el Río Blanco.

Hay un total de 538 errores encontrados, los cuales contemplan aspectos de forma, incongruencia de cotas, normas mal aplicadas, vistas equivocadas, entre otros.

El cuadro número 2 es un ejemplo de las correcciones anteriores, en este se observa la ausencia de notas generales, de vital importancia a la hora de construir el puente, por lo que se solicitó incluir más notas que aclararan actividades y elementos de la construcción del puente.

El cuadro número 3 denota la diferencia de términos a la hora de nombrar a los elementos del puente. Los diseñadores de la empresa CHEC para confeccionar los planos realizaron traducciones que causaban confusión cuando se interpretaba el plano, se utilizaban términos que no son comunes en el territorio nacional, por lo que se solicitó su debida corrección.

El cuadro número 4 muestra la mala aplicación de la norma ASTM D 6760, el ensayo de integridad de pilotes, el cual indica que para pilotes con diámetro entre 1,00 metro y 1,50 metros se debe utilizar cuatro tubos de ensayos, por lo que los ingenieros tuvieron que realizar la corrección y mostrar como en realidad se va a realizar el ensayo.

En el cuadro número 5 se visualiza los aspectos a inspeccionar del proceso constructivo. Luego de la tala de árboles y la limpieza del área, el equipo de excavación formó una plataforma de construcción de pilotes en situ aprovechando la subrasante del lado derecho como área de trabajo. Antes de rellenar la plataforma con el material, se enterraron las tuberías de concreto para drenaje, se utilizaron compactadores de rodillo de 20 ton para compactarla por capas y se utilizó una lona de protección en el sector que da contra el agua del río.

La unidad de topografía fue la encargada de ubicar con precisión, la posición en la que se realizó la excavación de los pilotes. Para este trabajo utilizaron una estación total y tirando una retícula lograron precisar la zona en la que se enterró la coraza.

Las corazas fueron hechas de acero y su diámetro interno es 0,2-0,4 metros más grande que el diámetro del pilote.

La posición del taladro de impacto se determinó de acuerdo con el pilote medido, y la prioridad fue asegurar su estabilidad. Cuando el taladro de impacto está en posición, debe ser perpendicular al nivel del suelo y no puede inclinarse.

Se utilizó arcilla para la preparación del lodo, y en el sitio se colocó una piscina de lodo. Cuando todo estaba en posición se procedió a perforar. La frecuencia de impacto del taladro no debe ser rápida.

Cuando se alcanzaba la profundidad de diseño, esta se verificaba, al igual que el diámetro, y con la aceptación del ingeniero, se procedía a limpiar el pozo.

Para limpiar el pozo se utilizó el método del cambio de lodo, en el que se tuvo que tener especial cuidado con mantener el nivel de agua en el pozo. El objetivo de la limpieza es eliminar los desechos de la perforación y evitar que los

sedimentos gruesos excesivos en el fondo del pilote reduzcan la capacidad de carga del pilote.

Los refuerzos principales de la armadura de acero son de varilla #8 y la espiral es de varilla #4, la cual se realizó con una máquina dobladora de acero. La longitud de los pilotes es de 20 metros, por lo que la armadura se realizó en dos secciones de 10 metros cada una. El levantamiento de la armadura se realizó con una grúa de 50 ton para levantar y bajar, y por medio de ganchos manejaban la armadura.

Para colar los pilotes, el concreto fue transportado por medio de chompipa, y se cola al fondo de la cimentación mediante un conducto. Se usó concreto para eliminar el lodo del pilote, para que el concreto pueda llenar el pilote. La cantidad del primer lote de concreto corresponde a la profundidad del conducto, la cual su parte inferior debe estar a 40 cm del fondo del orificio. Después del primer lote de concreto, este fue vertido continuamente, para el cual la profundidad del conducto debe controlarse de 2-6 metros.

Después de que el conducto alcanzó cierta profundidad de enterramiento, el conducto se desmontó rápidamente paso a paso, y la altura de la superficie de concreto en el orificio se midió antes de cada levantamiento del conducto. Luego del vertido del concreto se procede a retirar la coraza y la revisión de las pruebas de calidad.

En el cuadro, número 6 y número 7 se muestran las inspecciones de seguridad realizadas en el sitio, se puede observar como cumplen con todos los aspectos mencionados en el plan de seguridad presentado por ellos, solamente dos de los aspectos no se pudieron supervisar ya que no se realizaron durante el día de inspección.

En el cuadro número 8 se muestra una inspección de seguridad en la cual el ingeniero residente del proyecto no portaba el casco en el sitio de la construcción donde es de uso obligatorio, además de que los zapatos que vestía no eran de punta de acero, él vestía unos zapatos tipo deportivos, por lo que se le realizó un llamado de atención en este aspecto.

En el cuadro número 9 se aprecian los aspectos a verificar durante las inspecciones ambientales, con el objetivo de reducir la contaminación ambiental causada por el flujo del lodo durante la construcción, el contenedor se usó como piscina de lodo y de sedimentación, originalmente este debía estar cubierto con plásticos ya que la idea era que iba a ser una

excavación la que iba a funcionar como piscina de lodos, sin embargo, este se modificó y se utilizó un contenedor de metal, para el cuál no era necesario cubrirlo con plástico ya que no se escapaban los sedimentos.

La cabaña sanitaria cada 8 días procedía la unidad correspondiente a limpiarla y darle mantenimiento. El aspecto que no se cumplió en esta inspección fue el de los camiones cubiertos con lonas, ya que a pesar de que sí se realizaba un transporte regular de los desechos, el camión no poseía una lona que tapara las aberturas, por lo que se escapaban alguno de los fluidos de los desechos, el cual era lo que se buscaba eliminar implementando esto.

En el cuadro número 10 y número 11 se muestran las otras inspecciones ambientales, en este si se cumplió con lo establecido en el plan ambiental presentado por CHEC.

En la figura número 6 se muestra la inspección geométrica que se realizó al pilote N°2, en esta figura se demuestra que se cumple con las dimensiones de longitud y diámetro establecidas en el plano, además se hace el llamado de atención para solicitar el cambio de los aros del pilote, ya que estaban con varilla lisa, y en las notas generales viene especificado que en las armaduras de los pilotes se deben de utilizar varillas corrugadas en todos sus elementos para de esta manera asegurar una mejor adhesión para el concreto (Ver apéndice 5). Cabe aclarar que esta inspección solo se pudo realizar al pilote N°2, ya que para el pilote N°1 no se pudo verificar la armadura, pues no coincidió con ninguna fecha de inspección.

En los cuadros número 12 y 13 muestran que se cumple con lo establecido en el "Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR 2010", el cual indica que el revenimiento debe estar en un rango máximo de 200 ± 25 mm, además de que la temperatura debe mantener entre 10°C y 30°C justo antes de la colocación. La cantidad de muestras se realizó con lo que menciona el ACI, el cual indica que se debe muestrear cada 120 m^3 por lo que la empresa CHEC cumplió con ese aspecto también. El CR2010 indica que se deben de realizar mínimo cuatro cilindros, de los cuales dos son sometidos a la prueba de compresión a los 28 días y los otros dos para verificar las resistencias proyectadas u otros propósitos especificados. Como se puede observar en el anexo 1, los cilindros cumplen con

la resistencia de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, ya que alcanzan resistencias mayores a los $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$.

El cuadro número 14 muestra la inspección realizada a las barras de refuerzo utilizadas en la armadura de los pilotes N°1 y N°2; cómo se puede observar en el anexo 2, se realizaron pruebas de tensión las cuales superan los 4200 kg/cm^2 de esfuerzo de fluencia, comprobando que las varillas utilizadas son de grado 60.

El cuadro número 15 y el anexo 3, muestran los ensayos a los que fue sometido el material del tajo del Río Chirripó, los cuales son los utilizados en el Río Blanco. De esta manera se verificó que los agregados a utilizar cumplen con los requisitos establecidos para poder dar las resistencias necesarias, aspecto que se confirmó con las resistencias de los cilindros de concreto.

Por último, el cuadro número 16 muestra una comparación entre la duración planeada de los pilotes de la pila (pilote N°1 y N°2) contra la duración real de estos, como se puede observar la preparación del terreno para construcción inició del 10 mayo y finalizó el 5 de junio, dando inicio a la construcción del pilote N°1. La empresa CHEC estimó una duración de 35 días para finalizar ambos pilotes, sin embargo, les tomó solo 30 días poder finalizar con ambas estructuras. Esto se logró con una excelente planeación de las cuadrillas de trabajo, las cuales trabajaban 24 horas al día, los 7 días de la semana, por lo que una cuadrilla trabajaba de la mañana a la tarde, y luego entraba otro equipo de trabajo de la tarde a la noche y así sucesivamente. La figura 7 es un Diagrama de Gantt, el cual comprueba lo mencionado anteriormente, en este diagrama se observa cómo se cumple con el plazo establecido.

Cabe destacar que la empresa CHEC presentó varios programas de trabajo, ya que al principio hubo retrasos de índoles políticos y culturales, que prolongaron la fecha de inicio, por lo que este análisis se realizó con el último y actual programa de trabajo presentado.

Conclusiones

- El proceso de revisión de los planos tuvo una duración aproximada de dos meses, en los cuales se revisaron varias versiones corregidas, hasta conseguir la versión final.
- Al realizar la empresa CHEC las correcciones aplicadas al plano del puente nuevo Rio Blanco, se dio la aprobación de este, para que de esta manera se diera inicio en la preparación del terreno de construcción y la ejecución del proyecto.
- Se logró desarrollar un plan general de inspección, para cumplir con las inspecciones semanales, sin embargo, hubo semanas en las cuales las condiciones climáticas no permitieron la realización de estas ya que las fuertes lluvias ocasionaban derrumbes los cuales tenían como consecuencia el cierre de la ruta nacional 32 y la imposibilidad del paso hacia Limón.
- El programa de inspección semanal no se realizó según lo planeado, cuando no hubo paso hacia Limón, transcurrió una semana en la que no se pudo realizar inspección, por lo tanto, no se pudo verificar los avances ocurridos durante esta.
- Las hojas de verificación, diseñadas para la inspección, funcionaron como se tenía planeado, ya que simplificaron en gran medida el proceso de inspección.
- El proceso constructivo se realizó de acuerdo con el plan de trabajo presentado por la empresa CHEC, no hubo modificaciones y se cumplió con lo establecido.
- Las inspecciones de seguridad demostraron que las medidas técnicas aplicadas (Ver apéndice 3) y el orden establecido en el sitio de trabajo fueron suficientes para evitar accidentes y proteger de cualquier riesgo a los trabajadores.
- Las medidas ambientales implementadas por la empresa CHEC (Ver apéndice 4) disminuyen en gran escala el impacto ambiental causado por la construcción, ya que el manejo de desechos ha sido prioridad en las acciones realizadas por ellos.
- Por medio de los informes de calidad presentados por la empresa O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A, se verificó que todos los materiales utilizados durante la construcción de los pilotes de la pila del puente nuevo sobre le Rio Blanco, cumplen con los estándares de calidad.
- No se realizó una inspección a la armadura del Pilote N°1, ya que este estaba colado cuando se realizó la inspección semanal correspondiente.
- En el Pilote N°2 se realizó la colocación de los aros con varilla corrugada a la armadura de este, por lo que sí se atendió a lo solicitado.
- Gracias al ritmo de trabajo utilizado por la empresa CHEC, se logró cumplir con el plazo establecido de 35 días en la realización de los pilotes de la pila del puente.

Recomendaciones

Cuadro 17. Propuestas de mejora clasificadas por área de inspección	
Área de inspección	Propuesta de mejora
Planos constructivos	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un glosario de términos que permita unificar el nombre a los elementos estructurales para evitar confusiones. • Contar con un ingeniero local que les ayude a la elaboración de los planos y con la redacción de las notas.
Proceso constructivo	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación del idioma español a los ingenieros y operarios de la empresa CHEC, para que puedan tener una mejor comunicación con los trabajadores costarricenses.
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Designar a una persona para que preste atención a los cambios climáticos y advierta si el nivel de agua empieza a subir, esto con el objetivo de prevenir una inundación repentina y poder actuar a tiempo.
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Poner botes de reciclaje, en los cuales se pueda clasificar los desechos por su material para poder, luego, tratarlos en reciclaje.
Calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Muestrear cada 7,5 m³ cuando se utiliza mezclado continuo, tal y como lo especifica el CR2010.

Apéndices

Son cinco apéndices: en el primero se muestran tres secciones del documento enviado a los ingenieros de la empresa CHEC con las correcciones de los planos constructivos. En el segundo se presenta el formato de las hojas de inspección utilizadas. El tercer apéndice es un cuadro con las fotografías de los ítems a verificar durante la inspección de seguridad. El cuarto apéndice es un cuadro con las fotografías de los ítems a verificar durante la inspección ambiental. El último apéndice es un cuadro con las fotografías de los ítems a verificar durante la inspección de calidad.

Apéndice 1

Secciones del documento con las correcciones de los planos constructivos

d) JUNTAS DE EXPANSIÓN

Incluir la siguiente nota:

JUNTAS DE EXPANSIÓN

SE DISPONDRÁN JUNTAS DE EXPANSIÓN EN AMBOS ESTRIBOS CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS INDICADAS EN EL PLANO DE DETALLES DE COMPLETAMIENTO.
DEBERÁN CUMPLIR LAS ESPECIFICACIONES INDICADAS EN LA SECCIÓN 14 DE LA AASHTO LFRD-2012.

ADICIONALMENTE, LAS JUNTAS DE EXPANSIÓN DEBEN CUMPLIR LAS SIGUIENTES NORMAS ASTM:

- ASTM D 2240
- ASTM D 412
- ASTM D 573
- ASTM D 395
- ASTM D 1149
- ASTM D 429B
- ASTM D 471

e) JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

LAS JUNTAS DE LA SUBESTRUCTURA NO INDICADAS EN LOS PLANOS Y QUE SEAN AUTORIZADAS POR EL INGENIERO DEBERÁN SER HORIZONTALES Y TENER LLAVES ESPACIADAS UNIFORMEMENTE DE 10 cm. DE PROFUNDIDAD OCUPANDO EL TERCIO MEDIO DEL ANCHO DE LA JUNTA. LA SUMA DE LAS LONGITUDES DE LAS LLAVES SERÁ UN TERCIO DE LA LONGITUD TOTAL DE LA JUNTA.

f) CAPACIDAD DE SOPORTE DE LOS PILOTES

Incluir una nota sobre la capacidad de soporte de los pilotes. A continuación, se indica una nota referencial:

Resistencia admisible del suelo por punta del pilote:

Bastiones, pilotes de 1.20 m diámetro: 3.292 toneladas

Pila, pilotes 1.50 m de diámetro: (indicar la capacidad)

Los pilotes serán preexcavados. De acuerdo con la Tabla 8.1.1.- Tabla de capacidad admisible por pilote: (F.S.= 3,0) del Estudio Geotécnico realizado por Castro de La Torre, la resistencia admisible del suelo (FS=3) por punta para pilotes de 1.50 metros de diámetro es de 3.292 toneladas que equivalen a 1.863 ton/m².

g) ESCOLLERAS

Escollera de piedra ligada con mortero. Ver tabla 5.1 Lámina L-01-34.

Figura 8. Documento presentado a los ingenieros de la empresa CHEC con las correcciones de los planos.
Fuente: Autor.

R. PILA 1: DETALLE DE TOPES Y PEDESTALES (L-03-14) (1/3)

BLOQUE SÍSMICO EXTERNO

- a) En donde se lee "Tapón 1", corregir para que se lea "Bloque sísmico externo".
- b) Indicar donde corresponda "Vista frontal"
- c) Indicar donde corresponda "Vista lateral"

BLOQUE SÍSMICO INTERNO

- d) En donde se lee "Tapón 2", corregir para que se lea "Bloque sísmico interno".
- e) Indicar donde corresponda "Vista frontal"
- f) Indicar donde corresponda "Vista lateral"

PEDESTAL DE APOYOS

- g) En donde se lee "Almohadilla de apoyos", corregir para que se lea "Pedestal".
- h) En el "Pedestal de apoyos" indicar la altura del pedestal
- i) En la TABLA DE ACERO DE REFUERZO DE TOPES Y PEDESTALES, en donde se lee "Concreto RN 280 (m3)", corregir para que se lea "Concreto f'c 280 kg/cm²"
- j) En la TABLA DE ACERO DE REFUERZO DE LOS TOPES Y PEDESTALES en donde se lee "número" Corregir para que se lea "Código"

- k) Modificar las Notas en la forma siguiente:

- 1. Todas las dimensiones están dadas en milímetros
- 2. Este plano aplica para la Pila 1.

- l) En el CAJETÍN, en donde se lee "DETALLE DE TOPES Y PEDESTALES", corregir para que se lea "PILA 1: DETALLE DE TOPES Y PEDESTALES"

TABLA DE ACERO DE REFUERZO DE LOS TOPES Y PEDESTAL

- m) Corregir en donde corresponda. En la "TABLA DE ACERO DE REFUERZO DE LOS TOPES Y PEDESTALES" para el Código 5 se indica varilla #4 y en el detalle de este código se indica varilla #3.

ESCALA

- n) Indicar escala

S. BASTIÓN 1: DETALLE DE TOPES Y PEDESTALES (L-03-14) (2/3)

- a) Aclarar porqué hay tanta diferencia entre el acero de refuerzo de los bloques sísmicos de los bastiones y los bloques sísmicos de las pilas.

Figura 9. Documento presentado a los ingenieros de la empresa CHEC con las correcciones de los planos.
Fuente: Autor.

DDD. DETALLE DE TUBO PARA ENSAYOS SÓNICOS CROSS-HOLE (L-03-36) (1/1)

- a) Utilizar cuatro tubos en los ensayos y no tres como se indica en planos. De acuerdo con la norma ASTM-6760, cuatro es el número de tubos requerido a utilizar en pilotes de 1,00 m a 1,50 m. de diámetro y tres tubos para pilotes de diámetro menor a 1.00 m.
- b) Corregir la cota en el Esquema de tubo acústico, no usar caracteres
- c) Modificar y o aclarar la expresión "el fortalecimiento de los estribos", lo indicado no se entiende.
- d) Modificar las Notas en la forma siguiente:
 - 1. Todas las dimensiones están dadas en milímetros
 - 2. Corregir la nota 2.

ESCALA

- e) Indicar la escala

EEE. DETALLE DE ESCOLLERAS (L-03-37) (1/1)

- a) En donde se lee "Guápiles", corregir para que se lea "Intersección Ruta 4 (Cruce a Sarapiquí)".
- b) En la "Planta" Indicar en la parte inferior donde corresponda, "Bastión 1", "Pila 1" y "Bastión 2"
- c) En la "planta" en donde se lee "Fluir" corregir para que se lea "Flujo de la corriente"
- d) En la "Planta", sustituir el término "Escombro de mortero", el término "escombro" no es apropiado
- e) En la "Elevación" indicar las elevaciones del Eje de Diseño en la rasante de los bastiones y de la Pila
- f) Indicar claramente en esta lámina las características (Tamaño de las partículas, ligamentos etc...) de la "Escollera (riprap) subacuática, categoría X, véase la tabla 5.1 de HEC-23(2009)"
- g) En la "Elevación" Indicar en la parte inferior de los pilotes, en donde corresponda, "Bastión 1", "Pila 1" y "Bastión 2"
- h) Eliminar la nota N°5
- i) Indicar y resaltar (en negrita y tamaño) la elevación de las curvas que terminan en unidades 0 y 5 (210, 215, 220)
- j) En el Cajetín en donde se lee "PLANO GENERAL DE DISPOSICIÓN", corregir para que se lea "DETALLE DE ESCOLLERAS".

Figura 10. Documento presentado a los ingenieros de la empresa CHEC con las correcciones de los planos.
Fuente: Autor.

Apéndice 2

Hojas de Inspección

2.1 Hoja de inspección de calidad del concreto

INSPECCIÓN CONCRETO					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
KILÓMETRO	56+187,600	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
ELEMENTO	PILOTE N°1	DISTRITO	GUAPILES		
CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO DEL PILOTE					
ÍTEM	CUMPLE	NO CUMPLE	FORMA DE VERIFICACIÓN	OBSERVACIONES	
Revenimiento no mayor a 200 mm					
Temperatura entre 10 – 30 °C					
Muestras realizadas a cada 120 m3					
Mínimo cuatro cilindros					
Resistencia de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$					
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		

2.2 Hojas de Inspección de Seguridad

INSPECCIONES DE SEGURIDAD					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
KILÓMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE PROTECCIÓN					
MEDIDAS A INSPECCIONAR	SÍ	NO	OBSERVACIONES		
Guardia de seguridad					
Instalaciones de iluminación					
Cable izado en buenas condiciones					
Prohibido ingresar en el área de trabajo de elevación					
Botiquín de emergencia en el sitio					
Uso de equipo de protección personal					
Buenas condiciones de las máquinas					
Prohibido estar en el radio de giro de los equipos					
De los bordes de la zanja distanciarse 1,2 veces la profundidad					
Evitar trabajar cerca de las líneas de alta tensión					
Al trabajar a más de 1,8m de altura usar equipos anticaídas					
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		

2.3 Hojas de Inspección Ambiental

INSPECCIÓN AMBIENTAL					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCÍ	COORDENADA Y	517466,0295
KILOMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
MEDIDAS DE PROTECCIÓN DE PROTECCIÓN PARA EL MEDIO AMBIENTE					
MEDIDAS A INSPECCIONAR	SÍ	NO	OBSERVACIONES		
Carretera temporal					
Muros de contención					
Tubería para canalización					
Contenedor de lodos					
Capa geotextil sobre piscina de lodos					
Transporte regular de los sedimentos solidos					
Mantenimiento regular de baños móviles					
Botes de basura en el sitio					
Mantenimiento de la maquinaria					
Camiones cubiertos con lonas					
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		


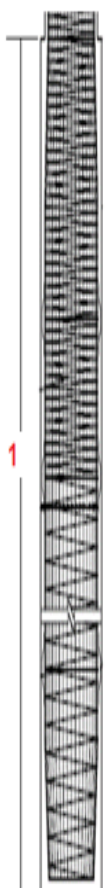
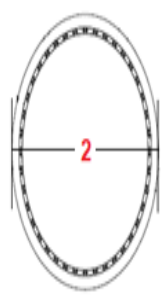
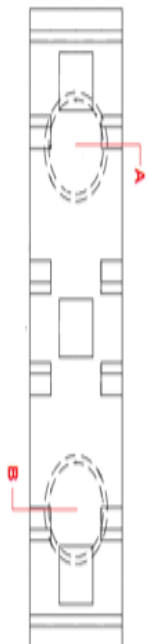
2.4 Hojas de Inspección Acero

INSPECCIÓN ACERO					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
KILÓMETRO ELEMENTO	56+187,600 PILOTE N°1	CANTÓN DISTRITO	POCOCI GUAPILES	COORDENADA Y	517466,0295
CALIDAD AERO PILOTE					
ÍTEM	CUMPLE	NO CUMPLE	FORMA DE VERIFICACIÓN	OBSERVACIONES	
Acero grado 40 para varilla #3					
Acero grado 60 para varillas superiores a la #3					
Dimensiones					
Resistencia a la tensión					
Ensayo de doblez					
Recubrimiento de 9cm					
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		

2.5 Hojas de Inspección Agregados

INSPECCIÓN AGREGADOS					
NOMBRE DEL PUENTE	RIO BLANCO	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR	CONAVI
N° DE LA RUTA	32	PROVINCIA	LIMÓN	COORDENADA X	1129259,914
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA	CANTÓN	POCOCI	COORDENADA Y	517466,0295
KILOMETRO	56+187,600	DISTRITO	GUAPILES		
CONTROL DE CALIDAD DE LOS AGREGADOS					
ÍTEM	CUMPLE	NO CUMPLE	FORMA DE VERIFICACIÓN	OBSERVACIONES	
Granulometría					
Gravedad especifica bruta					
% absorción					
Abrasión					
Sanidad					
Partículas planas y elongadas					
Caras fracturadas					
Partículas friables					
Residuos insolubles					
Índice de durabilidad					
Pesos unitarios					
Colorimetría					
DÍA	MES	AÑO	INSPECTOR		

2.6 Hojas de Inspección Geométrica

GEOMETRÍA PILOTES PILA 1										
NOMBRE DEL PUENTE	RÍO BLANCO	LOCALIDAD	PAÍS	COSTA RICA	ADMINISTRADO POR:	CONAVI				
Nº. DE LA RUTA	32		PROVINCIA	07* LIMÓN						
CLASIFICACIÓN	PRIMARIA		CANTÓN	02* POCOCÍ	COORDENADA X	1129259,914				
KILOMETRO	56+187.600		DISTRITO	01* GUAPILES	COORDENADA Y	517466,053				
PERFIL  PLANTA 			DIMENSIONES (PLANO)			DIMENSIONES (REAL)			CÓDIGO	
			CÓDIGO	ITEMS	x(m)	CÓDIGO	ITEMS	x(m)		
			A	1	20,00	A				
				2	1,50					
			B	1	20,00	B				
				2	1,50					
			ANTECEDENTES DE INSPECCIÓN							
			INSPECTOR	TIPO DE INSPECCIÓN	DÍA	MES	AÑO			
OBSERVACIONES										

Apéndice 3

Ítems por verificar en la inspección de seguridad

CUADRO 18. INSPECCIÓN DE SEGURIDAD	
Guardia de Seguridad	Instalaciones de Iluminación
	
Cable en buenas Condiciones	Prohibido ingresar en el area de trabajo
	
Botiquín de emergencias	Uso de equipo de protección personal
	
Verificar buenas condiciones de las maquinas	No estar en el radio de giro de los equipos
	
Evitar trabajar cerca de líneas de alta tensión	Evitar estar sobre cargas suspendidas
	

Fuente. Fotos tomadas en el sitio.

Apéndice 4

Ítems por verificar en la inspección ambiental

CUADRO 19. INSPECCIÓN AMBIENTAL	
Carretera temporal	Muros de contención
	
Tuberías para canalización	Contenedor de lodos
	
Transporte regular de sedimentos	Mantenimiento baños móviles
	
Botes de basura	Camiones cubiertos con lonas
	

Fuente. Fotos tomadas en el sitio.

Apéndice 5

Ítems por verificar en la inspección de calidad

CUADRO 20. INSPECCIÓN DE CALIDAD	
Cilindros de concreto	Cuidado con los cilindros de concreto
	
Lona para la protección de la armadura	Modificación a aros corrugados en la armadura
	

Fuente. Fotos tomadas en el sitio.

Anexos

Son cuatro anexos: en el primero se muestran los resultados de las pruebas de calidad al concreto realizadas por O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A. El segundo anexo muestra los resultados de las pruebas calidad del acero de refuerzo realizadas por LanammeUCR. El tercero presenta los resultados de los ensayos realizados a los agregados utilizados por O.J.M Consultores de Calidad y Laboratorios S.A. El último anexo es el programa de trabajo de los pilotes presentado por la empresa CHEC.

Anexo 1

RESULTADOS CALIDAD DEL CONCRETO PILOTE N°1 Y N°2



O. J. M. Consultores de Calidad y Laboratorios S.A.

N.º Oficio: 126-2018

Anexo N°4 Resultados de las resistencias de estructuras de Pilotes Rama N°1

Información del muestreo	
Ruta / proyecto	Ruta 32
Estación	Rio Blanco
Fecha de moldeo	2018-06-21
Revenimiento	124 mm
Temperatura	32,8 °C
Estructura	Prueba formula trabajo Pilote 1
Resistencia	280 kg/cm²

Peso unitario Concreto (AASHTO T-121)
2,361 kg/m³

N.º de Muestra	Fecha Moldeo	Fecha Falla	Edad Días	Resistencia (kN)	Diámetro 1 (Pulgadas)	Diámetro 2 (Pulgadas)	Área (cm²)	Factor Proyección	Resistencia (kg/cm²)	Resistencia (MPa)	Proyección (MPa)	Proyección (kg/cm²)
30-140,1-18	21/06/2018	28/06/2018	7	517	6,005	6,005	182,72	0,70	288	28,3	40,4	412
30-140,1-18	21/06/2018	05/07/2018	14	626	5,978	5,975	180,99	0,86	353	34,6	40,2	410
30-140,1-18	21/06/2018	19/07/2018	28	668	5,945	5,952	179,30	1,00	380	37,2	37,2	380
30-140,1-18	21/06/2018	19/07/2018	28	678	5,955	5,940	179,24	1,00	386	37,8	37,8	386

Información del muestreo	
Ruta / proyecto	Ruta 32
Estación	Rio Blanco
Fecha de moldeo	2018-06-21
Revenimiento	192 mm
Temperatura	30,1 °C
Estructura	Pilote 1
Resistencia	280 kg/cm²

N.º de Muestra	Fecha Moldeo	Fecha Falla	Edad Días	Resistencia (kN)	Diámetro 1 (Pulgadas)	Diámetro 2 (Pulgadas)	Área (cm²)	Factor Proyección	Resistencia (kg/cm²)	Resistencia (MPa)	Proyección (MPa)	Proyección (kg/cm²)
30-141,2-18	21/06/2018	28/06/2018	7	399	6,010	6,010	183,02	0,70	222	21,8	31,1	317
30-141,2-18	21/06/2018	05/07/2018	14	535	5,928	5,930	178,12	0,86	306	30,0	34,9	356
30-141,2-18	21/06/2018	19/07/2018	28	554	5,930	5,933	178,27	1,00	317	31,1	31,1	317
30-141,2-18	21/06/2018	19/07/2018	28	554	5,930	5,926	178,06	1,00	317	31,1	31,1	317

Acreditado INTE-ISO/IEC 17025: 2005
 Telefax: (506) 2226-4078 / (506) 2226-6192

Página 30 de 34



O. J. M. Consultores de Calidad y Laboratorios S.A.

N.º Oficio: 127-2018

Anexo N°5
Resultados de las resistencias de estructuras de Pilotes Rama N°1

Información del muestreo	
Ruta / proyecto	Ruta 32
Estación	Río Blanco, Aguas Arriba
Fecha de moldeo	2018-07-02
Revenimiento	220 mm, 242 mm
Temperatura	24,4 ° C; 26,7 °C
Estructura	Pilote N°2
Resistencia	280 kg/cm²

Peso unitario Concreto (AASHTO T-121)	Contenido de aire (INTE 06-02-02)
2,391 kg/m³	4,4 %

Nº de Muestra	Fecha Moldeo	Fecha Falla	Edad Días	Resistencia (kN)	Diámetro 1 (Pulgadas)	Diámetro 2 (Pulgadas)	Área (cm²)	Factor Proyección	Resistencia (kg/cm²)	Resistencia (MPa)	Proyección (MPa)	Proyección (kg/cm²)
30-149,2-18	02/07/2018	09/07/2018	7	546	5,975	5,975	180,90	0,70	308	30,2	43,1	440
30-149,2-18	02/07/2018	09/07/2018	7	524	5,985	5,985	181,50	0,70	295	28,9	41,3	421
30-149,2-18	02/07/2018	30/07/2018	28	525	5,927	5,961	179,03	1,00	299	29,3	29,3	299
30-149,2-18	02/07/2018	30/07/2018	28	611	5,947	5,927	178,60	1,00	349	34,2	34,2	349

Nº de Muestra	Fecha Moldeo	Fecha Falla	Edad Días	Resistencia (kN)	Diámetro 1 (Pulgadas)	Diámetro 2 (Pulgadas)	Área (cm²)	Factor Proyección	Resistencia (kg/cm²)	Resistencia (MPa)	Proyección (MPa)	Proyección (kg/cm²)
30-149,3-18	02/07/2018	09/07/2018	7	563	5,983	5,988	181,53	0,70	316	31,0	44,3	451
30-149,3-18	02/07/2018	09/07/2018	7	577	5,990	5,990	181,81	0,70	323	31,7	45,3	462
30-149,3-18	02/07/2018	30/07/2018	28	796	5,951	5,943	179,21	1,00	453	44,4	44,4	453
30-149,3-18	02/07/2018	30/07/2018	28	705	5,944	5,937	178,61	1,00	402	39,4	39,4	402

Anexo 2

PRUEBAS DE CALIDAD AL ACERO DE REFUERZO



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

No. de informe: I-0999-17



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

5. Resultados:

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de masa por unidad de longitud y tensión en barras de acero de refuerzo. El porcentaje de elongación se obtiene uniendo los extremos fracturados de la barra después del ensayo y determinando el cambio en la longitud de control.

Tabla 1. Masa y dimensiones de barras de acero.

ESPECIMEN DE ENSAYO No.	(MN) MASA NOMINAL (kg/m)	(MO) MASA OBTENIDA (kg/m)	MO/MN (%)	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	DESIGNACIÓN VARILLA	ÁREA NOMINAL (mm ²)	
1719-17	1	0,99	0,94	64	12,7	N° 4	129
	2	0,99	0,93	64	12,7	N° 4	129

Tabla 2. Resistencia a la tensión de barras de acero.

ESPECIMEN DE ENSAYO No.	CARGA FLUENCIA (kN)	CARGA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO FLUENCIA (MPa)	ESFUERZO MÁXIMO (psi)	ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	ESFUERZO MÁXIMO (psi)	ELONG. (%)	
1719-17	1	42	64	324	46997	494	71619	(**)
	2	42	64	326	47334	494	71619	23

Nota: (**) Indica que los especímenes fallan fuera de la longitud de control.

Tabla 3. Ensayo de doblez de barras de acero.

ESPECIMEN DE ENSAYO No.	DESIGNACIÓN VARILLA	DIÁMETRO RODILLO (mm)	ÁNGULO DOBLEZ (°)	OBSERVACIONES	
1719-17	3	N° 4	46,3	180	No presenta fisuras visibles
	4	N° 4	46,3	180	No presenta fisuras visibles





5. Resultados:

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de masa por unidad de longitud y tensión en barras de acero de refuerzo. El porcentaje de elongación se obtiene uniendo los extremos fracturados de la barra después del ensayo y determinando el cambio en la longitud de control.

Tabla 1. Masa y dimensiones de barras de acero.

ESPECIMEN DE ENSAYO No.	(MN) MASA NOMINAL (kg/m)	(MO) MASA OBTENIDA (kg/m)	MO/MN (%)	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	DESIGNACIÓN VARILLA	ÁREA NOMINAL (mm ²)	
1720-17	1	1,55	1,48	95	15,9	N° 5	199
	2	1,65	1,48	95	15,9	N° 5	199

Tabla 2. Resistencia a la tensión de barras de acero.

ESPECIMEN DE ENSAYO No.	CARGA FLUENCIA (kN)	CARGA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO FLUENCIA (MPa) (psi)		ESFUERZO MÁXIMO (MPa) (psi)		ELONG. (%)	
1720-17	1	62	93	311	45115	409	68073	25
	2	61	94	307	44532	472	68437	26

Nota: (**) Indica que los especímenes fallan fuera de la longitud de control.

Tabla 3. Ensayo de doblez de barras de acero.

ESPECIMEN DE ENSAYO		DESIGNACIÓN VARILLA	DIÁMETRO RODILLO	ÁNGULO DOBLEZ	OBSERVACIONES
No.			(mm)	(°)	
1720-17	3	N° 5	57,9	180	No presenta fisuras visibles
	4	N° 5	57,9	180	No presenta fisuras visibles





No. de informe: 1-1001-17

5. Resultados:

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de masa por unidad de longitud y tensión en barras de acero de refuerzo. El porcentaje de elongación se obtiene uniendo los extremos fracturados de la barra después del ensayo y determinando el cambio en la longitud de control.

Tabla 1. Masa y dimensiones de barras de acero.

ESPECIMEN DE ENSAYO No.	(MN) MASA NOMINAL (kg/m)	(MO) MASA OBTENIDA (kg/m)	MO/MN (%)	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	DESIGNACIÓN VARILLA	ÁREA NOMINAL (mm²)	
1721-17	1	2.24	2.15	96	19.1	N° 6	284
	2	2.24	2.15	96	19.1	N° 6	284

Tabla 2. Resistencia a la tensión de barras de acero.

ESPECIMEN DE ENSAYO No.		CARGA FLUENCIA (kN)	CARGA MÁXIMA (kN)	ESFUERZO FLUENCIA (MPa)	ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	ESFUERZO FLUENCIA (psi)	ESFUERZO MÁXIMO (psi)	ELONG. (%)
1721-17	1	109	166	382	55462	594	86103	(**)
	2	108	166	381	55308	594	86103	(**)

Nota: (**) Indica que los especímenes fallan fuera de la longitud de control.

Tabla 3. Ensayo de doblez de barras de acero.

ESPECIMEN DE ENSAYO No.		DESIGNACIÓN VARILLA	DIÁMETRO RCDILLO (mm)	ÁNGULO DOBLEZ (°)	OBSERVACIONES
1721-17	3	N° 6	96,6	180	No presenta fisuras visibles
	4	N° 6	96,6	180	No presenta fisuras visibles





No. de informe: I-0580-18

4. Información del muestreo:

Procedimiento de muestreo:

Muestreo realizado por el cliente, personal responsable de la muestra: Angie Marin.

Condiciones ambientales:

No aplica para el tipo de ensayo que se realiza.

5. Resultados:

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de masa por unidad de longitud y tensión en barras de acero de refuerzo. El porcentaje de elongación se obtiene uniendo los extremos fracturados de la barra después del ensayo y determinando el cambio en la longitud de control.

Tabla 1. Masa y dimensiones de barras de acero muestras indicadas.

ESPECIMEN DE ENSAYO	DESIGNACIÓN VARILLA	(MN) MASA NOMINAL	(MO) MASA OBTENIDA	MO/MN	DIÁMETRO NOMINAL	ÁREA NOMINAL	
No.		(kg/m)	(kg/m)	(%)	(mm)	(mm ²)	
0776-18	1	N° 8	3.97	3.81	96	25.4	510
0776-18	2	N° 8	3.97	3.82	96	25.4	510

Tabla 2. Resistencia a la tensión de barras de acero muestras indicadas.

ESPECIMEN DE ENSAYO		CARGA FLUENCIA	CARGA MÁXIMA	ESFUERZO FLUENCIA		ESFUERZO MÁXIMO		ELONGACIÓN
No.		(kN)	(kN)	(MPa)	(psi)	(MPa)	(psi)	(%)
0776-18	1	248,9	341,70	488	71000	670	97000	18
0776-18	2	248,3	340,60	487	70500	668	97000	19

Tabla 3. Ensayo de doblez de barras de acero.

ESPECIMEN DE ENSAYO No.		DESIGNACIÓN VARILLA	DIÁMETRO RODILLO (mm)	ÁNGULO DOBLEZ (°)	OBSERVACIONES
0776-18	1	N° 8	98,5	180	No presenta fisuras visibles
	2	N° 8	98,5	180	No presenta fisuras visibles

Anexo 3

ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS DEL TAJO DEL RÍO CHIRRIPO

	<i>O. J. M. Consultores de Calidad y Laboratorios S.A.</i> INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	RC-50 V.12
		Aprobado: 2015-11-16
		Página 4 de 6
		Número Informe 48-433-2018

Anexo N°1
Resultados de los ensayos realizados
Quinta Tamaño máximo nominal 12,5 mm

Tabla N°1
Rio Chirripó

Ensayo	Designación	Resultado
Granulometría	INTE 06-02-00-06-02-12	% Pasando
25,4 mm	-	100
19,1 mm	-	100
12,5 mm	-	99
9,5 mm	-	64
N.º 4	-	2
N.º 8	-	1
N.º 16	-	1
N.º 30	-	1
N.º 60	-	1
N.º 200	-	0,8

Ensayo	Designación	Resultado
Gravedad específica bruta del agregado	AASHTO T 85	2,624
Gravedad específica bruta superficie seca saturada del agregado	AASHTO T 85	2,686
Gravedad específica bruta saturada del agregado	AASHTO T 85	2,739
% ABS	AASHTO T 85	1,60 %
Abrasión de gruesos	INTE 06-02-27, 06-02-30	29,4 %
Sanidad (Solución Sulfato de sodio)	INTE 06-02-24	0,9 %
Partículas Planas y elongadas	ASTM - D - 4791	7,5 %
Caras fracturadas (dos o más caras)	ASTM D-5821	100 / 100
Partículas friables	INTE 06-02-26	0,19 %
Residuos insolubles	ASTM D 3042	88 %
Índice de Durabilidad	AASHTO T-210	100
Peso Unitario Suelto kg/m³	INTE 06-02-21	1320
Peso Unitario Envarillado kg/m³	INTE 06-02-21	1453

	<p><i>O. J. M. Consultores de Calidad y Laboratorios S.A.</i></p> <p>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</p>	RC-50 V.12
		Aprobado: 2015-11-16
		Página 5 de 6
		Número Informe 48-433-2018

Anexo N°2
Resultados de los ensayos realizados
Arena Tamaño máximo nominal 4,75 mm

Tabla N°2
Rio Chirripó

Ensayo	Designación	Resultado
Granulometria	INTE 06-02-09-06-02-12	% Pasando
12,5mm	-	100
9,5mm	-	100
N°4	-	97
N 8	-	85
N°16	-	68
N°30	-	42
N°50	-	17
N°100	-	5
N°200	-	2,2

Ensayo	Designación	Resultado
Gravedad especifica bruta del agregado	ASTM C-128	2,545
Gravedad especifica bruta superficie seca saturada del agregado	ASTM C-128	2,599
Gravedad especifica bruta saturada del agregado	ASTM C-128	2,692
% ABS	ASTM C-128	2,14 %
Abrasión de Finos	INTE 06-02-27, 06-02-30	29,3 %
Sanidad (Solución Sulfato de sodio)	INTE 06-02-24	2,3 %
Particulas friables	INTE 06-02-26	0,33 %
Equivalente de Arena	AASHTO T-176	77
Peso Unitario Suelto kg/m³	INTE 06-02-21	1477
Peso Unitario Envarillado kg/m³	INTE 06-02-21	1621
Índice de Durabilidad	AASHTO T-210	48
Colorimetria	AASHTO T-21	Igual a color Patrón

Anexo 4

PROGRAMA DE TRABAJO DE LOS PILOTES DEL PUENTE NUEVO DEL RÍO BLANCO



中港哥斯达黎加 32 号公路修复与扩建项目第一分经理部
 Proyecto: Diseño, Ampliación y Rehabilitación de la Ruta Nacional No.32
 Primera Rama: Pococi & Gúacimo & Siquirres

3、Planificación de la fecha de construcción

Ítem	Número de bastión	Duración											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	105	110
1	3#												
2	2#												
3	1#												

Tabla 3-1 Plan de construcción de pilote

La fecha de la preparación de construcción es el 10 de mayo de 2018, la fecha de inicio de construcción de los pilotes es el 5 de junio de 2018, la fecha de finalización es el 4 de octubre de 2018, la construcción dura 120 días.

序号 Ítem	工序 Procedimiento	2018 年 5 月 Mayo de 2018			2018 年 6 月 Junio de 2018			2018 年 7 月 Julio de 2018			2018 年 8 月 Agosto de 2018			2018 年 9 月 Septiembre de 2018			2018 年 10 月 Octubre de 2018	
		10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20
1	Preparación																	
2	Construcción de pilote																	

Figura 3-2 Plan de construcción total de los pilotes

Referencias

- Ceballos, M. (2016, 24 de agosto). El concreto, material fundamental para la infraestructura. *Construcción y Tecnología en Concreto*. Recuperado de <http://www.revistacyt.com.mx/pdf/agosto2016/experto.pdf>
- China Harbour Engineering Company LTD. (2018). Oficio CHEC(CR)/32RR/CONAVI/OUT/2018/0168. San José, Costa Rica.
- Claros, R. & Meruvia, P. (2004). *Apoyo didáctico en la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de puentes*. (tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Simón, Bolivia.
- Ensayos y Estructuras. Ensayo ultrasónico de verificación de integridad de pilotes por método Cross Hole. Santa Fe, Argentina. Recuperado de <http://www.ensayosyestructuras.com.ar/documentos/metodo%20cross%20hole.pdf>
- Grupo de Ingeniería Gráfica y Simulación. Cimentaciones. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de http://ocw.upm.es/expresion-grafica-en-la-ingenieria/dibujo-de-construccion/contenidos/Dibujo_en_Construccion/cimentaciones_pilotaje_120307.pdf
- Hay, D. (22 de octubre de 2017). La importancia del acero de refuerzo en las construcciones. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://blog.laminasyaceros.com/blog/la-importancia-del-acero-de-refuerzo-en-las-construcciones>
- IFTEM. (2018). Inspecciones de Seguridad. Barcelona, España. Recuperado de https://www.construmatica.com/construpedia/Inspecciones_de_Seguridad#Inspecciones_de_Seguridad
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2007). Pruebas al concreto fresco Revenimiento. Recuperado de: <http://www.imcyc.com/ct2007/nov07/PROBLEMAS.pdf>
- LanammeUCR. Resistencia a la compresión de cilindros de concreto ASTM C 39. San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/ensayos/3-concreto/3.10-11.pdf>
- LanammeUCR. Revenimiento del concreto ASTM C 143. San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/ensayos/3-concreto/3.04.pdf>
- LanammeUCR. Temperatura del concreto ASTM C 1064. San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/ensayos/3-concreto/3.05.pdf>
- Martínez, A., y Damián, S. (1999). Catálogo de impactos ambientales generados por las carreteras y sus medidas de mitigación. (Publicación Técnica No.133). Recuperado de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt133.pdf>
- Mendoza, W., Navarro, L., & Portillo, F. (2003). *Manual para el mantenimiento rutinario y preventivo de puentes de El Salvador*. (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2007). Manual de Inspección de Puentes. Recuperado de

http://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/31625228-76c4-44cf-963e-8d8b31540a79/manual_inspeccion2007.pdf?MOD=AJPERES

- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2010). Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR- 2010. Recuperado de <http://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/28a27ca9-2ec2-49ae-838c-6f89e21d43b4/CR-2010.pdf?MOD=AJPERES>
- Muñoz, W. (2001). Aseguramiento de la Calidad en Obras de Reparación Tipo en Puentes. Bogotá, Colombia: Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital F.J.C. Recuperado de revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/article/download/6092/7616
- Peña, A., Grandoso, O., P. De Marchetto, M., Mora, A., Rodriguez, L., Scigliotti, M.,... Angelomé, N. (2002). La Calidad en la Industria de la Construcción. Recuperado de https://www.grupoconstruya.com/actividades/docs/calidad_UP.pdf
- Quesada, J. (2012, Mayo). Inventario e Inspección de Puentes. Recuperado de <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/sitio-nuevo/images/documentos-tecnicos/Inventario%20e%20Inspeccion%20de%20Puentes%20en%20la%20Red%20Vial%20Cantonal.pdf>
- Rodríguez, A. (2012). PUENTES. Lima, Perú. Recuperado de <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/puentes-ing-arturo-rodriguez-serquen.pdf>
- Sistema Nacional de Información Territorial. (2011-2014). SNIT-VISOR. San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.snitcr.go.cr/Visor/index?p=cHJveWVjdG86OnJlbGlldmU>
- Suelos Ingeniería S.A.S. Pilotes CFA. Barranquilla, Colombia. Recuperado de <http://www.suelosingenieria.com/index.php/actividades/construccion/2014-11-06-14-55-23/pilotes>

- Vallejos, G., Ferrer, M., Ortuño, L., y Oteo, C. (2002). Cimentaciones. Ingeniería Geológica.(pp.411-418). Madrid, España: PEARSON EDUCACIÓN.